

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

**ATTORNEY DOCKET NO. 023971-0399**

Applicant: Shinichiro JOE et al.  
Title: SHIFT CONTROL APPARATUS AND METHOD FOR HYBRID  
TRANSMISSION APPLICABLE TO HYBRID VEHICLE  
Appl. No.: Unassigned  
Filing Date: April 2, 2004  
Examiner: Unknown  
Art Unit: Unknown

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Japanese Patent Application No. 2003-100773 filed April 3, 2003.

Respectfully submitted,

Date April 2, 2004

FOLEY & LARDNER LLP

**Customer Number: 22428**

Telephone: (202) 672-5414

Facsimile: (202) 672-5399

By



Richard L. Schwaab

Attorney for Applicant

Registration No. 25,479



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    4 月    3 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 1 0 0 7 7 3  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 1 0 0 7 7 3 ]

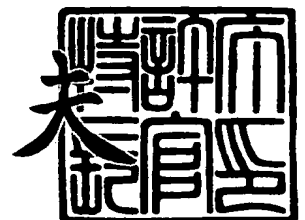
出      願      人                      日 産 自 動 車 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):



2 0 0 4 年    2 月 1 6 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 NM02-02294

【提出日】 平成15年 4月 3日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 B60K 6/00  
B60L 11/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会  
社内

【氏名】 城 新一郎

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会  
社内

【氏名】 川邊 武俊

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会  
社内

【氏名】 今津 知也

【特許出願人】

【識別番号】 000003997

【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072051

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 興作

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 074997

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9706785

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ハイブリッド変速機の変速制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 共線図上に配置される回転メンバとして複数個の回転メンバを有し、これら回転メンバのうち 2 個のメンバの回転状態を決定すると他のメンバの回転状態が決まる 2 自由度の差動装置を具え、前記複数個の回転メンバにそれぞれ、主動力源からの入力、駆動系への出力、および複数個のモータ／ジェネレータを結合し、これらモータ／ジェネレータからの動力を加減することにより、主動力源および駆動系間における変速比を無段階に変更可能なハイブリッド変速機において、

運転状態に応じた前記駆動系への目標駆動トルクを演算する目標駆動トルク演算手段と、

前記主動力源から対応する回転メンバへの目標入力回転数を演算する目標入力回転数演算手段と、

この目標入力回転数に実入力回転数を収束させるための目標入力回転加速度を演算する目標入力回転加速度演算手段と、

現状のモータ／ジェネレータ、該モータ／ジェネレータ用のバッテリーおよび主動力源の状態で実現可能な、駆動トルクおよび入力回転加速度の組み合わせに関した、これら駆動トルクおよび入力回転加速度の二次元座標上における実現可能領域から、前記目標駆動トルクおよび目標入力回転加速度の組み合わせが外れた場合、これら目標駆動トルクおよび目標入力回転加速度をそれぞれ極性変化することのないよう前記実現可能領域内の値に修正して駆動トルク指令値および入力回転加速度指令値となす目標値修正手段とを具備し、

目標駆動トルクおよび目標入力回転加速度に代えて駆動トルク指令値および入力回転加速度指令値を主動力源およびモータ／ジェネレータの制御に資するよう構成したことを特徴とするハイブリッド変速機の変速制御装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のハイブリッド変速機の変速制御装置において、前記目標値修正手段は前記修正に際し、目標駆動トルクを修正しないで、目標入力回転加速度のみを修正するよう構成したことを特徴とするハイブリッド変速機

の変速制御装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載のハイブリッド変速機の変速制御装置において、前記目標値修正手段は前記修正に際し、目標入力回転加速度を予定の入力回転加速度下限設定値未満にならないよう修正して入力回転加速度指令値とし、目標駆動トルクを修正量が最小となるように修正して駆動トルク指令値とするよう構成したことを特徴とするハイブリッド変速機の変速制御装置。

【請求項 4】 請求項 1 に記載のハイブリッド変速機の変速制御装置において、前記目標値修正手段は前記修正に際し、目標入力回転加速度を修正しないで、目標駆動トルクのみを修正するよう構成したことを特徴とするハイブリッド変速機の変速制御装置。

【請求項 5】 請求項 1 に記載のハイブリッド変速機の変速制御装置において、前記目標値修正手段は前記修正に際し、目標駆動トルクを予定の駆動トルク下限設定値未満にならないよう修正して駆動トルク指令値とし、目標入力回転加速度を修正量が最小となるように修正して入力回転加速度指令値とするよう構成したことを特徴とするハイブリッド変速機の変速制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、エンジン等の主動力源とモータ／ジェネレータとを搭載したハイブリッド車両に有用なハイブリッド変速機、特に、これら主動力源とモータ／ジェネレータとの間における差動装置により無段変速動作を行わせることが可能なハイブリッド変速機の変速制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

この種ハイブリッド変速機としては例えば、遊星歯車組などにより構成した 2 自由度の差動装置を具え、該差動装置における回転メンバにそれぞれ主動力源であるエンジンからの入力、駆動系への出力、および複数個のモータ／ジェネレータを結合して、モータ／ジェネレータからの動力により無段変速を可能としたものが知られている。

かかるハイブリッド変速機においては、モータ／ジェネレータをバッテリーからの電力により駆動するが、この駆動に際しては、通常の電気機器を駆動する場合と同様にモータ／ジェネレータをバッテリーの定格電力以下で駆動する必要がある。

#### 【0003】

バッテリーの状態に応じてモータの駆動トルクを制御する技術としては従来、例えば特許文献1に記載のようなものが知られている。

この従来技術は、バッテリーの充放電を伴って駆動するモータを動力源とした電気自動車を前提とするが、バッテリー残存容量あるいはバッテリー電圧が基準値以下に低下したり、バッテリー温度が基準値以上に上昇するなどして、バッテリー状態量が基準以上の変化を生じた時に、モータの駆動トルク指令に対するトルク制御の応答速度を遅くしてバッテリーの早期劣化を防止しようとするものである。

#### 【0004】

##### 【特許文献1】

特開平9-191506号公報

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、本発明の前提となる前記した型式のハイブリッド変速機、つまり、2自由度の差動装置を介して主動力源（エンジン）からの入力と、駆動系への出力と、複数のモータ／ジェネレータとの間を相互に結合し、モータ／ジェネレータからの動力により変速機入出力回転比（変速比）を無段階に変更（無段変速）可能にしたハイブリッド変速機に上記した従来技術を用いて、バッテリー残存容量あるいはバッテリー電圧が基準値以下に低下したり、バッテリー温度が基準値以上に上昇するなどした時に、モータ／ジェネレータの指令に対するトルク制御の応答速度を遅くするような制御形態にすると以下の問題が発生する。

#### 【0006】

つまり、この種ハイブリッド変速機においては、上記出力への駆動トルクと変速速度（入力回転加速度）とが相互に関係し合っており、従来のように変速速度（入力回転加速度）を考慮せずバッテリーの状態のみに応じてモータ／ジェネレー

タの駆動トルクを制限すると、変速速度（入力回転加速度）が運転者の予期している方向とは逆になる可能性がある。

かように変速速度（入力回転加速度）が希望する方向とは逆のものになると、運転者が運転操作から予期しているとは逆の入力回転速度変化（エンジン回転速度変化）を生じて、運転者に違和感を抱かせる変速となる可能性があり、変速品質の低下を招くという問題が懸念される。

#### 【0007】

本発明は、目標駆動トルクおよび目標入力回転加速度の組み合わせが実現可能領域内のものとなるよう修正して駆動トルク指令値および入力回転加速度指令値となし、これらを主動力源（エンジン）およびモータ／ジェネレータの制御に資することにより、実現可能領域から外れた目標駆動トルクおよび目標入力回転加速度の組み合わせを主動力源（エンジン）およびモータ／ジェネレータの制御に資する場合に生ずるバッテリーの劣化を防ぐが、

この修正を、変速速度（入力回転加速度）が運転者の予期している方向とは逆になることのないように行って、上記した変速品質の低下に関する懸念を払拭し得るようにしたハイブリッド変速機の変速制御装置を提案することを目的とする。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

この目的のため本発明によるハイブリッド変速機の変速制御装置は、請求項1に記載のごとくに構成する。

ハイブリッド変速機は、2自由度の差動装置を構成する複数個の回転メンバにそれぞれ、主動力源からの入力、駆動系への出力、および複数個のモータ／ジェネレータを結合し、モータ／ジェネレータからの動力を加減することにより、主動力源および駆動系間における変速比を無段階に変更可能なものとする。

#### 【0009】

ハイブリッド変速機の変速制御装置は、上記のハイブリッド変速機に対し以下の手段を設ける。

目標駆動トルク演算手段は、運転状態に応じた上記駆動系への目標駆動トルク



を演算する。

目標入力回転数演算手段は、主動力源から対応する回転メンバへの目標入力回転数を演算する。

目標入力回転加速度演算手段は、この目標入力回転数に実入力回転数を収束させるための目標入力回転加速度を演算する。

#### 【0010】

目標値修正手段は、現状のモータ／ジェネレータ、該モータ／ジェネレータ用のバッテリーおよび主動力源の状態で実現可能な、駆動トルクおよび入力回転加速度の組み合わせに関した、これら駆動トルクおよび入力回転加速度の二次元座標上における実現可能領域から、前記目標駆動トルクおよび目標入力回転加速度の組み合わせが外れた場合、これら目標駆動トルクおよび目標入力回転加速度をそれぞれ極性変化することのないよう上記実現可能領域内の値に修正して駆動トルク指令値および入力回転加速度指令値となす。

変速制御装置は、目標駆動トルクおよび目標入力回転加速度に代えて駆動トルク指令値および入力回転加速度指令値を主動力源およびモータ／ジェネレータの制御に資する。

#### 【0011】

##### 【発明の効果】

上記の構成になるハイブリッド変速機の変速制御装置によれば、目標駆動トルクおよび目標入力回転加速度の組み合わせが実現可能領域から外れた場合、これら目標駆動トルクおよび目標入力回転加速度を実現可能領域内の値に修正して駆動トルク指令値および入力回転加速度指令値となし、主動力源およびモータ／ジェネレータの制御に資するため、

実現可能領域から外れた目標駆動トルクおよび目標入力回転加速度をそのまま主動力源およびモータ／ジェネレータの制御に資する場合に生ずるバッテリーの劣化を防ぐことができる。

#### 【0012】

そして、目標駆動トルクおよび目標入力回転加速度を実現可能領域内の値に修正するに際し、当該修正により得られた駆動トルク指令値および入力回転加速度

指令値がそれぞれ目標駆動トルクおよび目標入力回転加速度に対して極性変化することのないようにしたから、

駆動トルク指令値および入力回転加速度指令値を主動力源およびモータ／ジェネレータの制御に用いても、変速速度（入力回転加速度）が運転者の予期している方向とは逆になることがなく、

運転者が運転操作から予期しているとは逆の入力回転速度変化を生ずる事態を回避し、運転者に違和感を抱かせる変速となる懸念を払拭することができる。

#### 【0013】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づき詳細に説明する。

図1（a）は、本発明の一実施の形態になる変速制御装置を適用可能なハイブリッド変速機を例示し、これを本実施の形態においては前輪駆動車（FF車）用のトランスアクスルとして構成する。

図において1は変速機ケースを示し、該変速機ケース1の軸線方向（図の左右方向）左側にラビニョオ型プラネタリギヤセット2を、また図の右側に複合電流2層モータ3を内蔵させる。

ラビニョオ型プラネタリギヤセット2の更に左側には、変速機ケース1の外側であるが、エンジン（主動力源）ENGを配置する。

#### 【0014】

ラビニョオ型プラネタリギヤセット2、エンジンENG、および複合電流2層モータ3は、ハイブリッド変速機の主軸線上に同軸に配置して変速機ケース1内に取り付けが、変速機ケース1内には更に、上記の主軸線からオフセットさせて平行に配置したカウンターシャフト6およびディファレンシャルギヤ装置7をも内蔵させ、

ディファレンシャルギヤ装置7に左右駆動車輪8を駆動結合する。

#### 【0015】

ラビニョオ型プラネタリギヤセット2は、ロングピニオンP2を共有する2つのシングルピニオン遊星歯車組4、5の組み合わせになり、エンジンENGに近い側に配置された方を第1のシングルピニオン遊星歯車組4とし、他方を第2のシン

グルピニオン遊星歯車組 5 とする。

第 1 のシングルピニオン遊星歯車組 4 はサンギヤ S2 およびリングギヤ R2 にそれぞれロングピニオン P2 を噛合させた構造とし、

第 2 のシングルピニオン遊星歯車組 5 は、共有ピニオン P2 の他に、サンギヤ S1 およびリングギヤ R1 と、これらに噛合した大径のショートピニオン P1 を有し、当該ショートピニオン P1 を共有ピニオン P2 に噛合させた構造とする。

そして遊星歯車組 4, 5 のピニオン P1, P2 を全て、共通なキャリア C により回転自在に支持する。

#### 【0016】

以上の構成になるラビニョオ型プラネタリギヤセット 2 は、サンギヤ S1、サンギヤ S2、リングギヤ R2、およびキャリア C の 4 個の回転メンバを主たる要素とし、これら 4 個のメンバのうち 2 個のメンバの回転速度を決定すると他のメンバの回転速度が決まる 2 自由度の差動装置を構成する。

そして 4 個の回転メンバの回転速度順は、図 1 (b) の共線図に示すごとく、サンギヤ S1、リングギヤ R2、キャリア C、サンギヤ S2 の順番である。

#### 【0017】

複合電流 2 層モータ 3 は、内側ロータ 3ri と、これを包囲する環状の外側ロータ 3ro とを、変速機ケース 1 内に同軸に回転自在に支持して具え、これら内側ロータ 3ri および外側ロータ 3ro 間における環状空間に同軸に配置した環状ステータ 3s を変速機ケース 1 に固設して構成する。

環状コイル 3s と内側ロータ 3ri とで内側のモータ／ジェネレータである第 1 のモータ／ジェネレータ MG1 を構成し、環状コイル 3s と外側ロータ 3ro とで外側のモータ／ジェネレータである第 2 のモータ／ジェネレータ MG2 を構成する。

ここでモータ／ジェネレータ MG1, MG2 はそれぞれ、複合電流をモータ側が負荷として供給される時は供給電流に応じた個々の方向と速度（停止を含む）の回転を出力するモータとして機能し、複合電流を発電機側が負荷として印加した時は外力による回転に応じた電力を発生する発電機として機能する。

#### 【0018】

ラビニョオ型プラネタリギヤセット 2 の上記した 4 個の回転メンバには、回転

速度順に、つまり図 1 (b) の共線図にも示したが、サンギヤS1、リングギヤR2、キャリアC、サンギヤS2の順に、第 1 のモータ／ジェネレータMG1、主動力源であるエンジンENGからの入力、車輪駆動系への出力 (Out)、第 2 のモータ／ジェネレータMG2を結合する。

#### 【0019】

この結合を図 1 (a) に基づき以下に詳述するに、リングギヤR2を上記の通りエンジン回転が入力される入力要素とするため、このリングギヤR2にエンジンENGのクランクシャフトを結合する。

サンギヤS1は、これからエンジンENGと反対の後方へ延在する中空軸 11 を介して第 1 のモータ／ジェネレータMG1 (ロータ4ri) に結合し、このモータ／ジェネレータMG1および中空軸 11 を遊嵌する中心軸 12 を介してサンギヤS2を第 2 のモータ／ジェネレータMG2 (ロータ4ro) に結合する。

#### 【0020】

キャリアCを前記のごとく、車輪駆動系へ回転を出力する出力要素とするため、このキャリアCに中空のコネクティングメンバ (出力軸) 13 を介して出力歯車 14 を結合し、これをラビニョオ型プラネタリギヤセット 2 および複合電流 2 層モータ 3 間に配置して変速機ケース 1 内に回転自在に支持する。

出力歯車 14 は、カウンターシャフト 6 上のカウンター歯車 15 に噛合させ、出力歯車 14 からの変速機出力回転が、カウンター歯車 15 を経由し、その後、カウンターシャフト 6 を経てディファレンシャルギヤ装置 7 に至り、このディファレンシャルギヤ装置により左右駆動車輪 8 に分配されるものとし、これらで車輪駆動系を構成する。

#### 【0021】

上記の構成になるハイブリッド変速機は図 1 (b) に示すような共線図により表すことができ、この共線図の横軸は遊星歯車組 4, 5 のギヤ比により決まる回転メンバ間の距離の比、つまりリングギヤR2およびキャリアC間の距離を 1 とした時のサンギヤS1およびリングギヤR2間の距離の比を  $\alpha$  で示し、キャリアCおよびサンギヤS2間の距離を  $\beta$  で示したものである。

また共線図の縦軸は、各回転メンバの回転速度、つまりリングギヤR2へのエン

ジン回転数 $\omega_E$ （変速機入力回転数 $\omega_i$ ）、サンギヤS1（モータ／ジェネレータMG1）の回転数 $\omega_1$ 、キャリアCからの変速機出力（Out）回転数 $\omega_o$ 、およびサンギヤS2（モータ／ジェネレータMG2）の回転数 $\omega_2$ を示し、2個の回転メンバの回転速度が決まれば他の2個の回転メンバの回転速度が決まる。

#### 【0022】

図1（b）の共線図により上記ハイブリッド変速機の変速動作を以下に説明するに、前進（正）回転出力時の変速動作としてEVモードおよびEIVTモードの2モードが存在し、後退（逆）回転出力用のREV変速動作が存在する。

EVモードは、図1（b）にレバーEVにより例示するごとく、エンジンENGを停止した状態で、両モータ／ジェネレータMG1, MG2（または一方のモータ／ジェネレータ）からの動力のみにより駆動系への出力Outを決定する。

EIVTモードは、図1（b）にレバーEIVTにより例示するごとく、エンジンENGからの動力および両モータ／ジェネレータMG1, MG2（または一方のモータ／ジェネレータ）からの動力により駆動系への出力Outを決定する。

#### 【0023】

後退（逆）回転出力用のREV変速動作は、図1（b）にレバーREVとして示すように、エンジンENGからの動力に依存することなく、モータ／ジェネレータMG1の正回転、またはモータ／ジェネレータMG2の逆回転、或いはこれら双方により、キャリアCから出力（Out）へ逆回転が出力される変速状態である。

#### 【0024】

上記した各モードでの変速動作制御を行うハイブリッド変速機の変速制御システムは図2に示すごとくに構成する。

21は、エンジンENGおよびハイブリッド変速機の統合制御を司るハイブリッドコントローラ21で、このハイブリッドコントローラ21はエンジンENGの目標トルク $T^*_E$ および目標回転数 $\omega^*_E$ （目標入力回転数 $\omega^*_i$ ）に関する指令をエンジンコントローラ22に供給し、エンジンコントローラ22はエンジンENGを当該目標値 $T^*_E$ および $\omega^*_E$ （ $\omega^*_i$ ）が達成されるよう運転させる。

#### 【0025】

ハイブリッドコントローラ21は更に、モータ／ジェネレータMG1, MG2の目標

トルク  $T^*_1$ ,  $T^*_2$  に関する指令信号をモータコントローラ 23 に供給し、モータコントローラ 23 はインバータ 24 およびバッテリー 25 によりモータ/ジェネレータ MG1, MG2 をそれぞれ、上記した目標トルク  $T^*_1$ ,  $T^*_2$  が達成されるよう制御する。

#### 【0026】

ハイブリッドコントローラ 21 には、アクセルペダル踏み込み量からアクセル開度 AP0 を検出するアクセル開度センサ 26 からの信号と、車速 VSP (出力回転数  $\omega_O$  に比例) を検出する車速センサ 27 からの信号と、エンジン回転数  $\omega_E$  (入力回転数  $\omega_i$ ) を検出するエンジン回転センサ 28 からの信号とを入力する。

ハイブリッドコントローラ 21 は、アクセルペダル踏み込み量 AP0 および車速 VSP から求め得る要求駆動力  $P^*_O$ 、車速 VSP、およびバッテリー 25 の蓄電状態 SOC (持ち出し可能電力) から運転者が希望する運転状態を実現するように、モード選択を行うと共に選択モードに応じた変速制御を実行して、上記した目標エンジントルク  $T^*_E$ 、目標エンジン回転数  $\omega^*_E$  ( $\omega^*_i$ )、および目標モータ/ジェネレータトルク  $T^*_1$ ,  $T^*_2$  を決定して指令するものとする。

#### 【0027】

なおハイブリッドコントローラ 21 に入力する回転速度情報は、上記したエンジン回転数  $\omega_E$  ( $\omega_i$ ) および車速 VSP (出力回転数  $\omega_O$ ) に限られるものではなく、ラビニョオ型プラネタリギヤセット 2 で構成する差動装置が 2 自由度のものであることから、当該ラビニョオ型プラネタリギヤセット 2 内における回転メンバのいずれか 2 個の回転速度をハイブリッドコントローラ 21 に入力してもよい。

#### 【0028】

図 3 は、ハイブリッドコントローラ 21 の機能別ブロック線図を示し、ハイブリッドコントローラ 21 は、目標値生成手段 101 と、入力回転サーボ制御手段 102 と、目標値修正手段 103 と、モータ/ジェネレータトルク分配手段 104 と、モータ/ジェネレータトルク指令値決定手段 105 と、目標エンジントルク修正手段 106 とで構成する。

#### 【0029】

目標値生成手段101は、アクセルペダル踏み込み量AP0と、車速VSPと、バッテリー蓄電状態SOC（持ち出し可能電力）と、エンジン回転数 $\omega_E$ とから、以下のようにして車輪駆動系への目標駆動トルク $T_{o0}^*$ と、目標エンジン回転数 $\omega_E^*$ と、目標エンジントルク $T_{EO}^*$ とを演算する。

これがためまず、アクセルペダル踏み込み量AP0と車速VSPとから、図4に示す駆動トルクマップを用いて、変速機出力歯車14への目標駆動トルク $T_{o0}^*$ を算出する。

ここで車速VSPは、例えば出力軸回転速度 $\omega_o$ から次式を用いて演算される。

【数1】

$$VSP = k_v \omega_o \quad \cdots \quad (1)$$

ここで、 $k_v$ は、タイヤ半径やファイナルギヤ比により決まる定数である。

【0030】

次に、次式を用いて目標駆動トルク $T_o^*$ と出力回転数 $\omega_o$ とから、目標駆動動力 $P_o^*$ を演算する。

【数2】

$$P_o^* = \omega_o T_o^* \quad \cdots \quad (2)$$

次に、バッテリー蓄電状態SOC（持ち出し可能電力）から、例えば、SOCが高いほどバッテリー放電量を多くし、SOCが低いほどバッテリー充電量を多くするように、目標バッテリー充放電量 $P_B^*$ を決める。

【0031】

最後に、目標駆動動力 $P_o^*$ と、エンジン回転数 $\omega_i$ と、目標バッテリー充放電量 $P_B^*$ とから、目標エンジン回転数 $\omega_i^*$ と、目標エンジントルク $T_{EO}^*$ とを、例えば以下のように演算する。

まず、目標エンジンパワー $P_E^*$ と、目標駆動動力 $P_o^*$ と、目標バッテリー充放電量 $P_B^*$ とが次式で表される関係になるよう目標エンジンパワー $P_E^*$ を設定する。

## 【数 3】

$$P_E^* = P_o^* + P_B^* \quad \cdot \cdot \cdot \quad (3)$$

次に、この目標エンジンパワー $P_E^*$ をエンジンで発生させるとき燃費最適となる目標エンジン回転速度 $\omega_E^*$ を、図5に示す燃費最適目標エンジン回転速度マップを用いて、目標エンジンパワー $P_E^*$ から検索する。

## 【0032】

目標エンジンパワー $P_E^*$ をエンジンで供給すると共にエンジン動作点を燃費最適点にするためには、目標エンジンパワー $P_E^*$ を目標エンジン回転数 $\omega_E^*$ で除算した値を目標エンジントルク $T_E^*$ とする考え方がある。

しかし、後述する目標値修正手段103により、変速過渡時においてエンジン回転加速度が制限される場合があり、この場合、目標エンジン回転数 $\omega_E^*$ が実現されなくなる。

このように目標エンジン回転数 $\omega_E^*$ が実現されない場合、目標エンジンパワー $P_E^*$ が得られなくなる。

そこで、目標エンジントルク $T_{E0}^*$ は次式で表されるように、目標エンジンパワー $P_E^*$ を実際のエンジン回転数 $\omega_i$ で除した値とする。

## 【数 4】

$$T_{E0}^* = \frac{P_E^*}{\omega_i} \quad \cdot \cdot \cdot \quad (4)$$

## 【0033】

ここで、定常時などのように目標エンジン回転数 $\omega_E^*$ と実際のエンジン回転数 $\omega_E$ とが合っていれば、エンジントルクは燃費最適なエンジントルクとなる。

入力回転サーボ制御手段102は、目標エンジン回転数 $\omega_E^*$ と実エンジン回転数 $\omega_E$  ( $\omega_i$ ) との偏差を入力され、このエンジン回転 (入力回転) 偏差が減少するように目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ を演算する。

この演算に当たっては、例えば次式に示すスライディングモード制御器を用い



て、目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ を演算すれば良い。

【数 5】

$$u_{i0} = K \frac{\sigma}{|\sigma| + \varepsilon} \quad \dots \quad (5)$$

【数 6】

$$\sigma = \dot{\omega}_E - \omega_i \quad \dots \quad (6)$$

ただし、 $K$ ：目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の上限を決める定数

$\varepsilon$ ： $\sigma$ のゼロ近傍で目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ を連続化する正の定数

【0034】

目標値修正手段103は、現在のエンジンおよびバッテリーの状態で実現できる駆動トルク $T_0$ およびエンジン回転加速度 $d\omega_i/dt$ の組み合わせを、これら駆動トルク $T_0$ およびエンジン回転加速度 $d\omega_i/dt$ の図6に示す二次元座標上に表した実現可能領域から、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ と目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ が外れる場合、これら目標駆動トルク $T_{o0}^*$ と目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ を上記実現可能領域内の値に修正するものである。

ここで、駆動トルク $T_0$ と、エンジン回転加速度 $d\omega_i/dt$ と、エンジン回転速度 $\omega_i$ と、出力回転数 $\omega_o$ と、走行抵抗トルク $T_R$ と、エンジントルク $T_E$ と、バッテリー充放電量 $P_B$ との関係は次式で表される。

【数 7】

$$(k_{ii}\omega_i + k_{io}\omega_o) \frac{d\omega_i}{dt} + (k_{oi}\omega_i + k_{oo}\omega_o) T_o = k_R T_R + k_E T_E + P_B \quad \dots \quad (7)$$

ここで、 $k_{ii}, k_{io}, k_{oi}, k_{oo}, k_R, k_E$ は、ハイブリッドシステムの諸元（慣性モーメントと、遊星歯車装置における回転要素の半径）で決まる定数である。

【0035】

この式(7)において、現在のエンジン回転速度 $\omega_i$ と出力回転速度 $\omega_o$ とは検出可能であり、走行抵抗トルク $T_R$ とエンジントルク $T_E$ とは、例えば外乱オブザーバを用いて推定され得る。

図6に示すように、横軸に駆動トルク $T_o$ 、縦軸にエンジン回転加速度 $d\omega_i/dt$ を目盛った二次元座標を考察するに、上記の式(7)を用いてバッテリー充放電量 $P_B$ の範囲から、バッテリー定格電力内に収まる駆動トルク $T_o$ とエンジン回転加速度 $d\omega_i/dt$ の領域（実現可能領域）が、図6にAで示すように得られる。

#### 【0036】

この二次元座標上において、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ と目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ とで決まる目標動作点を考えるに、この目標動作点が実現可能領域から外れる場合バッテリー定格電力内に収まらなくなってバッテリーの寿命低下を生ずるから、以下に示すごとく目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の符号（極性）が変わらないようこれら目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ を実現可能領域内の値に修正して、駆動トルク指令値 $T_o^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_i$ と定める。

目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の修正方法を、図7により以下に詳述する。

#### 【0037】

図7(a), (b), (c)は、修正前における上記した目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の組み合わせで表される目標動作点を○で示し、これらを修正した後における上記駆動トルク指令値 $T_o^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_i$ の組み合わせで表される指令動作点を●で示す。

図7(a)の目標動作点○は、或る目標駆動トルク $T_{o0}^*$ で変速せずに（エンジン回転加速度 $d\omega_i/dt=0$ ）走行する状態を示す。

その後アクセルペダルが踏み込まれると、目標動作点○は例えば図7(b)に破線で示すごとくに移動するが、図7(b)では目標動作点○が実現可能領域A内にあるため、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の修正は行われない。

#### 【0038】

その後、目標動作点○が図 7 (c) に破線で示すごとく更に移動すると、目標動作点○は実現可能領域 A から外れて、最早対応する目標駆動トルク  $T_{o0}^*$  および目標エンジン回転加速度  $u_{i0}$  の組み合わせを実現できないばかりか、バッテリー定格電力内に収まらなくなってバッテリーの寿命低下を招く。

この場合目標値修正手段 103 は、図 7 (c) における駆動トルク  $T_o$  およびエンジン回転加速度  $d\omega_i/dt$  の二次元座標上において、目標駆動トルク  $T_{o0}^*$  および目標エンジン回転加速度  $u_{i0}$  の組み合わせに対応した目標動作点○と、二次元座標の原点 0 とを結ぶ実線で示す線分上にあつて、且つ、実現可能領域 A 内にあり、更に、目標動作点○に最も近い●点を指令動作点とする。

そして目標値修正手段 103 は、目標動作点○における目標駆動トルク  $T_{o0}^*$  および目標エンジン回転加速度  $u_{i0}$  を、指令動作点●における駆動トルク  $T_o^*$  およびエンジン回転加速度  $u_i$  に修正して、これら修正した駆動トルク  $T_o^*$  およびエンジン回転加速度  $u_i$  をそれぞれ駆動トルク指令値およびエンジン回転加速度指令値とし、モータ／ジェネレータトルク配分手段 104 に指令する。

#### 【0039】

目標値修正手段 103 は、上記した目標駆動トルク  $T_{o0}^*$  および目標エンジン回転加速度  $u_{i0}$  の修正（駆動トルク指令値  $T_o^*$  およびエンジン回転加速度指令値  $u_i$  の決定）処理を、図 8 に示すフローチャートにしたがって実行する。

ステップ S10 では、図 6 および図 7 に示した駆動トルク  $T_o$  およびエンジン回転加速度  $(d/dt)\omega_i$  の二次元座標上に表される実現可能領域 A を求め、この領域を規定する 2 本の境界線を算出する。

これら 2 本の境界線は、前記した式 (7) における  $P_B$  をバッテリー定格電力  $\pm P_{Bmax}$  に置換した次式により算出することができる。

#### 【数 8】

$$(k_{ii}\omega_i + k_{io}\omega_o)\frac{d\omega_i}{dt} + (k_{oi}\omega_i + k_{oo}\omega_o)T_o = k_R T_R + k_E T_E + P_{Bmax} \quad \dots \quad (8)$$

## 【数 9】

$$(k_{ii}\omega_i + k_{io}\omega_o)\frac{d\omega_i}{dt} + (k_{oi}\omega_i + k_{oo}\omega_o)T_o = k_R T_R + k_E T_E - P_{B_{max}} \quad \dots \quad (9)$$

## 【0040】

ステップS11では、下記(9)式で表される目標駆動トルク $x_0 (=T_{o0}^*)$ および目標エンジン回転加速度 $y_0 (=u_{i0})$ の組み合わせである目標動作点○および原点0を通る図7(c)に実線で示す直線と、上記の式(8)および式(9)で算出される境界線との交点 $(x_1, y_1)$ ,  $(x_2, y_2)$ を求める(但し、 $x_1 < x_2$ であり、 $x_1, x_2$ が駆動トルクを、また $y_1, y_2$ がエンジン回転加速度を示す)。

## 【数 10】

$$\frac{d\omega_i}{dt} = \frac{u_{i0}}{T_{o0}^*} T_o \quad \dots \quad (10)$$

ステップS12では、 $x_0$ が $x_1$ と $x_2$ の間にあるかをチェックし、 $x_0$ が $x_1$ と $x_2$ の間にあると判定する場合は、目標駆動トルクと目標エンジン回転加速度が実現可能領域A内にあるので制御をステップS13へ進め、 $x_0$ が $x_1$ と $x_2$ の間にないと判定する場合は、目標駆動トルクと目標エンジン回転加速度が実現可能領域Aを外れているので制御をステップS14へ進める。

## 【0041】

実現可能領域A内にある時に選択されるステップS13では、目標駆動トルク $x_0 (=T_{o0}^*)$ および目標エンジン回転加速度 $y_0 (=u_{i0})$ の組み合わせである目標動作点○をそのまま指令動作点とし、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ をそのまま修正後の駆動トルク指令値 $T_o^*$ とし、目標駆動エンジン回転加速度 $u_{i0}$ をそのまま修正後のエンジン回転加速度指令値 $u_i$ とする。

実現可能領域A内にない時に選択されるステップS14では、上記した $(x_1, y_1)$ および $(x_2, y_2)$ のうち $(x_0, y_0)$ に近い動作点を指令動作点とし、この点における駆動トルク $T_o^*$ およびエンジン回転加速度 $u_i$ をそれぞれ、修正後の駆動トルク指令値 $T_o^*$ および修正後のエンジン回転加速度指令値 $u_i$ とする。

従って、修正後の駆動トルク指令値 $T_0^*$ および修正後のエンジン回転加速度指令値 $u_i$ はそれぞれ、目標駆動トルク $T_{00}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ と同じ符号（極性）である。

#### 【0042】

図3に示すモータ/ジェネレータトルク分配手段104は、定常的にも過渡的にも、修正後の駆動トルク指令値 $T_0^*$ と修正後のエンジン回転加速度指令値 $u_i$ （変速速度指令値）が実現されるようモータ/ジェネレータMG1, MG2の目標トルク（目標モータ/ジェネレータトルク） $T_{10}^*$ および $T_{20}^*$ を決定するためのものである。

この決定に際し先ず、エンジン回転加速度 $d\omega_i/dt$ と、走行抵抗トルク $T_R$ と、エンジントルク $T_E$ と、モータ/ジェネレータMG1, MG2のトルク $T_1$ および $T_2$ との関係を考察するに、これらの間には次式で表される関係がある。

#### 【数11】

$$\frac{d\omega_i}{dt} = b_{11}T_R + b_{12}T_E + b_{13}T_1 + b_{14}T_2 \quad \dots \quad (11)$$

#### 【0043】

また、駆動トルク $T_0$ と、走行抵抗トルク $T_R$ と、エンジントルク $T_E$ と、モータ/ジェネレータトルク $T_1$ ,  $T_2$ との間には次式の関係が成立する。

#### 【数12】

$$T_0 = b_{21}T_R + b_{22}T_E + b_{23}T_1 + b_{24}T_2 \quad \dots \quad (12)$$

式(11)と式(12)とをまとめると、次式が得られる。

#### 【数13】

$$\begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \end{bmatrix} = A_c^{-1} \left( \begin{bmatrix} d\omega_i/dt \\ T_0 \end{bmatrix} - B_c \begin{bmatrix} T_R \\ T_E \end{bmatrix} \right) \quad \dots \quad (13)$$

$$A_c = \begin{bmatrix} b_{13} & b_{14} \\ b_{23} & b_{24} \end{bmatrix}, B_c = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix}$$

式(13)において、駆動トルク $T_0$ を修正後の駆動トルク指令値 $T_0^*$ に、また、目

標エンジン回転加速度 ( $d/dt$ )  $\omega_i$  を修正後のエンジン回転加速度指令値  $u_i$  に、更に、モータ／ジェネレータ MG1, MG2 のトルク  $T_1, T_2$  を目標モータ／ジェネレータトルク  $T_{10}^*, T_{20}^*$  に置き換えると、次式が得られ、この式から目標モータ／ジェネレータトルク  $T_{10}^*, T_{20}^*$  を求めることができる。

【数 14】

$$\begin{bmatrix} \dot{T}_{10}^* \\ \dot{T}_{20}^* \end{bmatrix} = A_c^{-1} \left( \begin{bmatrix} u_i \\ \dot{T}_o \end{bmatrix} - B_c \begin{bmatrix} T_R \\ T_E \end{bmatrix} \right) \quad \dots \quad (14)$$

なお、上式における走行抵抗トルク  $T_R$  およびエンジントルク  $T_E$  は、直接検出してもよいし、外乱オブザーバを用いて推定してもよく、いずれにしても容易に求めることができる。

【0044】

図3におけるモータ／ジェネレータトルク指令値決定手段105は、モータ／ジェネレータトルク分配手段104で上記のごとくに得られた目標モータ／ジェネレータトルク  $T_{10}^*, T_{20}^*$  が機械的に出力可能なトルク範囲を超えている場合や、これら目標モータ／ジェネレータトルク  $T_{10}^*, T_{20}^*$  を実現した時にバッテリー定格電力を超えてしまう場合に、目標モータ／ジェネレータトルク  $T_{10}^*, T_{20}^*$  を出力可能なトルク範囲内の値に修正してモータ／ジェネレータトルク指令値  $T_1^*, T_2^*$  を決定するためのものである。

かくてモータ／ジェネレータトルク指令値決定手段105は、目標モータ／ジェネレータトルク  $T_{10}^*, T_{20}^*$  を出力可能トルク範囲に制限したり、バッテリー定格電力に対して過大になるのを防止するよう制限し、これらにより、モータ／ジェネレータ MG1, MG2 が早期に劣化されたり、バッテリー定格電力を超えた要求でバッテリーが早期に劣化されたりすることのないようにする保護機能を果たす。

【0045】

モータ／ジェネレータトルク指令値決定手段105が、目標モータ／ジェネレータトルク  $T_{10}^*, T_{20}^*$  を出力可能な動作可能範囲内の値に修正してモータ／ジェネレータトルク指令値  $T_1^*, T_2^*$  を決定するアルゴリズムの一例を、図9に示すフロ

ーチャートにより以下に詳述する。

先ずステップS20において、目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*$ ,  $T_{20}^*$ が、機械的に出力可能なトルク範囲内で、且つ、これら目標モータ／ジェネレータトルクを実現した時にバッテリー定格電力を超えない動作可能領域内か否かをチェックする。

#### 【0046】

ここで上記目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*$ ,  $T_{20}^*$ の動作可能領域を、図10に示すごとく、横軸に第1モータ／ジェネレータMG1のトルク $T_1$ を目盛り、縦軸に第2モータ／ジェネレータMG2のトルク $T_2$ を目盛った二次元座標により説明する。

バッテリー充放電量 $P_B$ と、第1モータ／ジェネレータMG1の回転速度 $\omega_1$ およびトルク $T_1$ と、第2モータ／ジェネレータMG2の回転速度 $\omega_2$ およびトルク $T_2$ との間には、次式で表される関係がある。

#### 【数15】

$$P_B = \omega_1 T_1 + \omega_2 T_2 \quad \cdots \quad (15)$$

#### 【0047】

ここで、現在のエンジン回転速度 $\omega_i$ と出力回転速度 $\omega_o$ とは検出可能である。

式(15)を用いて、バッテリー充放電量 $P_B$ の範囲から、バッテリー定格電力内に収まる駆動トルクとエンジン回転速度の領域が図10にFAで示すように得られる。

次に、複合電流2層モータ3の機械的な動作範囲も、以下に説明するところから明らかなごとく、図10に領域FBとして示すように求めることができる。

つまり複合電流2層モータ3の場合、モータ／ジェネレータMG1, MG2の回転速度 $\omega_1$ ,  $\omega_2$ と、機械的なトルク最大値 $T_{1max}$ ,  $T_{2max}$ の間には次式で表される関係があり、第1モータ／ジェネレータのトルク最大値 $T_{1max}$ は、第2モータ／ジェネレータのトルク最大値 $T_{2max}$ および両モータ／ジェネレータの回転速度 $\omega_1$ ,  $\omega_2$ の非線形関数 $f_1$ で表される。

## 【数 16】

$$T_{1\max} = f_1(T_{2\max}, \omega_1, \omega_2) \quad \dots \quad (16)$$

この式(16)を用いて、現在のモータ／ジェネレータMG1, MG2の回転速度 $\omega_1, \omega_2$ から、第1モータ／ジェネレータの機械的なトルク最大値 $T_{1\max}$ と、第2モータ／ジェネレータの機械的なトルク最大値 $T_{2\max}$ との関係が得られ、この関係から、複合電流2層モータ3の機械的な動作範囲が図10に領域FBで示すように得られる。

## 【0048】

さらに、目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*, T_{20}^*$ を修正した時にエンジン回転加速度（変速速度）が所定値 $y_{\min}$ よりゼロに近くならないようにするため、エンジン回転加速度がこの所定値 $y_{\min}$ よりも、修正前の目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*, T_{20}^*$ の実現時におけるエンジン回転加速度側の値となるモータ／ジェネレータMG1, MG2のトルク範囲を、図10に領域FCで示すごとく求める。

この領域FCは、式(11)を用いて以下の条件を満たすように設定される。

## 【数 17】

$$\begin{aligned} & \star b_{11}T_R + b_{12}T_E + b_{13}T_{10}^* + b_{14}T_{20}^* \geq 0 \text{ のとき,} \\ & b_{11}T_R + b_{12}T_E + b_{13}T_1 + b_{14}T_2 \geq y_{\min} \quad \dots \quad (17) \end{aligned}$$

## 【数 18】

$$\begin{aligned} & \star b_{11}T_R + b_{12}T_E + b_{13}T_{10}^* + b_{14}T_{20}^* \leq 0 \text{ のとき,} \\ & b_{11}T_R + b_{12}T_E + b_{13}T_1 + b_{14}T_2 \leq y_{\min} \quad \dots \quad (18) \end{aligned}$$

なお上記の所定値 $y_{\min}$ は以下のように設定するのがよい。

## 【数 19】

$$y_{\min} = K_y \frac{\sigma_y}{|\sigma_y| + \varepsilon_y} \quad \dots \quad (19)$$



ただし、 $\sigma_y$  : 目標入力回転速度と実入力回転速度との偏差

$\epsilon_y$  :  $\sigma_y=0$ で $y_{\min}$ を連続化する正の定数

$K_y$  : 予め実験や計算機シミュレーションで得られた正の定数

#### 【0049】

図10に示す両モータ／ジェネレータトルクの二次元座標における上記した領域FAと、領域FBと、領域FCとが重なる領域FXが前記した動作可能領域である。

以下に示す3つの条件を満たす場合、目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}$ ,  $T^*_{20}$ が、動作可能領域内にあることになる。

(条件1)

式(15)に目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}$ ,  $T^*_{20}$ を代入して得られるバッテリー充放電量 $P_B$ がバッテリー定格電力以下である。

(条件2)

式(16)に目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{20}$ を代入して得られるモータ／ジェネレータMG1のトルク最大値 $T_{1\max}$ より目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}$ が小さく、式(16)に目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}$ を代入して得られるモータ／ジェネレータMG2のトルク最大値 $T_{2\max}$ より目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{20}$ が小さい。

(条件3)

$b_{11}T_R + b_{12}T_E + b_{13}T^*_{10} + b_{14}T^*_{20} \geq 0$ のとき、目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}$ ,  $T^*_{20}$ が式(17)の関係を満足し、 $b_{11}T_R + b_{12}T_E + b_{13}T^*_{10} + b_{14}T^*_{20} \leq 0$ のとき、目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}$ ,  $T^*_{20}$ が式(18)の関係を満足する。

#### 【0050】

図9のステップS20では、これら3つの条件を満たしているか否かにより目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}$ ,  $T^*_{20}$ が図10に示す動作可能領域FX内にあるか否かをチェックする。

目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}$ ,  $T^*_{20}$ が動作可能領域FX内にある場合は、ステップS21において、目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}$ ,  $T^*_{20}$ を修正しないでそのままモータ／ジェネレータトルク指令値 $T^*_1$ ,  $T^*_2$ とする。

目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}$ ,  $T^*_{20}$ が動作可能領域FXから外れている

場合は、ステップS22において、目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}$ ,  $T^*_{20}$ を駆動トルクの変化が最小になるような態様で動作可能領域FX内の値に修正してモータ／ジェネレータトルク指令値 $T^*_1$ ,  $T^*_2$ とする。

#### 【0051】

ステップS22およびステップS22で実行する目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}$ ,  $T^*_{20}$ の修正処理を、図10における動作可能領域FXを抽出して示した図11に基づき以下に詳述する。

図11において、○が修正前の目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}$ ,  $T^*_{20}$ の組み合わせである修正前動作点、●が修正後のモータ／ジェネレータトルク指令値 $T^*_1$ ,  $T^*_2$ の組み合わせである修正後動作点を示す。

修正前動作点○を通る直線は、修正前の目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}$ ,  $T^*_{20}$ の実現により得られる式(12)で求め得る駆動トルク $T_0$ と同じ駆動トルクを発生するモータ／ジェネレータトルク $T_1$ ,  $T_2$ の組み合わせを示す。

#### 【0052】

目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}$ ,  $T^*_{20}$ の修正処理に関するパターンとしては、図11に示したパターンAと、パターンBと、パターンCの3パターンが存在し、以下に個々のパターンについて説明する。

##### 《パターンA》

修正前動作点○（目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}$ ,  $T^*_{20}$ ）が動作可能領域FX内にあるケースで、この場合は、図9のステップS21につき前述した通り目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}$ ,  $T^*_{20}$ の修正を行わず、これらをそのまま修正後のモータ／ジェネレータトルク指令値 $T^*_1$ ,  $T^*_2$ とする。

##### 《パターンB》

修正前動作点○（目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}$ ,  $T^*_{20}$ ）が動作可能領域FXから外れているが、修正前動作点○を通る等駆動トルク直線が動作可能領域FXと交わるケースで、この場合、図9のステップS22において、修正前動作点○を通る等駆動トルク直線上および動作可能領域FX内にあって、修正前動作点○に最も近い動作点●を修正後動作点とし、この修正後動作点●におけるモータ／ジェネレータトルク $T_1$ ,  $T_2$ を修正後のモータ／ジェネレータトルク指令値 $T^*_1$ ,  $T^*_2$

とする。

この場合、目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}, T^*_{20}$ の修正（モータ／ジェネレータトルク指令値 $T^*_1, T^*_2$ ）によっても、駆動トルクは変わらない。

#### 《パターンC》

修正前動作点○（目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}, T^*_{20}$ ）が動作可能領域FXから外れていて、修正前動作点○を通る等駆動トルク直線が動作可能領域FXと交わらないケースで、この場合、動作可能領域FX内に、修正前の目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}, T^*_{20}$ の実現によって得られる駆動トルクと同じ駆動トルクを発生し得る動作点が存在しない。

そこで図9のステップS22においては、動作可能領域FX内にあって、修正前動作点○を通る等駆動トルク直線に最も近い点●を修正後動作点とし、この修正後動作点●におけるモータ／ジェネレータトルク $T_1, T_2$ を修正後のモータ／ジェネレータトルク指令値 $T^*_1, T^*_2$ とするように、目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}, T^*_{20}$ の修正を行う。

この場合、目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}, T^*_{20}$ の修正（モータ／ジェネレータトルク指令値 $T^*_1, T^*_2$ ）に伴う駆動トルクの変化を最小に抑えることができる。

#### 【0053】

かかる目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}, T^*_{20}$ の修正によれば、上記パターンAおよびパターンBにつき説明したごとく、両モータ／ジェネレータMG1, MG2の目標トルク $T^*_{10}, T^*_{20}$ の組み合わせ（図11の修正前動作点○）が、バッテリーの定格電力やモータ／ジェネレータMG1, MG2の能力などで決まる動作可能領域FXから外れた場合、これらを動作可能領域FX内の値に修正してモータ／ジェネレータトルク指令値 $T^*_1, T^*_2$ の組み合わせ（図11の修正後動作点●）となし、モータ／ジェネレータMG1, MG2の制御に資するため、モータ／ジェネレータMG1, MG2がそれ自身の能力やバッテリーの定格電力を越えた駆動指令を受けるようなことがなく、バッテリーの寿命低下やモータ／ジェネレータMG1, MG2の耐久性低下を回避することができる。

#### 【0054】

また目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*$ ,  $T_{20}^*$ の修正に際し、修正後のモータ／ジェネレータトルク指令値 $T_1^*$ ,  $T_2^*$ による駆動トルクおよびエンジン回転加速の極性が、修正前の目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*$ ,  $T_{20}^*$ による駆動トルクおよび回転加速の極性と同じになるよう当該修正を行うため、修正前の目標モータ／ジェネレータトルクにより狙っていたとは逆の駆動トルクおよび回転加速が発生するのを回避することができ、駆動トルクや変速速度が不自然に変化するのを防止して不愉快な車両加減速度や違和感のある変速品質に関する問題をなくし得る。

#### 【0055】

そして目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*$ ,  $T_{20}^*$ の修正に際し、特に、前記したパターンB、Cの場合がそうであるが、修正前の目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*$ ,  $T_{20}^*$ により得られる駆動トルクと同じ、若しくはこれに最も近い駆動トルクとなる領域内の値にモータ／ジェネレータトルク指令値 $T_1^*$ ,  $T_2^*$ を決定することから、目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*$ ,  $T_{20}^*$ の修正によっても駆動トルクの変化がないか、少なくともこの駆動トルク変化を最小にして不愉快な車両の加減速度感をなくすことができる。

#### 【0056】

また目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*$ ,  $T_{20}^*$ の修正に際し、エンジン回転加速度 $d\omega_i/dt$ （変速速度）が、0と、修正前の目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*$ ,  $T_{20}^*$ により得られる修正前回転加速度との間における所定値 $y_{min}$ よりも修正前回転加速度側の値となる $T_1$ ,  $T_2$ の二次元座標上の領域内で、目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*$ ,  $T_{20}^*$ の修正前後における駆動トルクの差が最小となるよう当該修正を行ってモータ／ジェネレータトルク指令値 $T_1^*$ ,  $T_2^*$ とするため、

目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*$ ,  $T_{20}^*$ の修正によっても、上記の所定値 $y_{min}$ より速い変速速度を維持した上で、駆動トルクの変化を最小にして不愉快な車両の加減速度感を抑制することができる。

#### 【0057】

図3における目標エンジントルク修正手段106は、変速に必要なパワーもエンジンで賄うように目標エンジントルク $T_{E0}^*$ を修正するためのものである。

動力伝達機構を構成する回転メンバの回転速度変化に要するパワー $P_i$ と、エンジンパワー $P_E$ と、モータ／ジェネレータパワー $P_B$ と、駆動パワー $P_o$ との間には、次式で表される関係がある。

【数 20】

$$P_E + P_B = P_i + P_o \quad \cdots \quad (20)$$

従って、変速時などのようにハイブリッド変速機における回転メンバの回転速度が変化している時でも、目標駆動トルクを実現するためには、エンジンENG若しくはモータ／ジェネレータMG1, MG2で、変速に必要なパワーも供給する必要がある。

【0058】

しかし、モータ／ジェネレータパワー $P_B$ はバッテリー充放電量に等しいので、モータ／ジェネレータMG1, MG2により変速に必要なパワーを供給するとバッテリーへの負荷が増大し、バッテリー定格電力を超える可能性がある。

なぜならモータ／ジェネレータMG1, MG2は、エンジントルクの目標値に対する遅れによるエンジンパワー不足も補償しているからである。

そこで変速に必要なパワーはエンジンで供給することとする。

但し、本実施の形態におけるハイブリッド変速機のように、遊星歯車装置よりなる差動装置を用いて複数の動力源からのパワーを駆動軸に出力する構成の場合、ハイブリッド変速機の諸元によっては、従来の変速機のように回転系の運動エネルギーが変速比に応じて単調増加しない場合がある。

【0059】

ハイブリッド変速機の変速比 $i_c$ と運動エネルギー $U$ との関係は、例えば図12(a)に示すごときものとなり、回転運動エネルギー $U$ は、或る所定の変速比 $i_{c0}$ で最小値をとる。

従って、従来の変速機では変速方向が一定なら回転運動エネルギー変化の符号は同じであったが、ハイブリッド変速機の場合は変速方向が一定でも図12(b)に示すごとく変速比 $i_{c0}$ を境に回転運動エネルギー変化の方向が変わる。

このため、エンジンで変速に必要なパワーを補償する場合、補償量は、変速比  $i_{c0}$  を境に符号を逆転させる必要がある。

【0060】

ここで、変速に必要なパワーをエンジンで賄う時の補償量を算出する。

ハイブリッド変速機の回転系の運動エネルギー  $U$  は次式で表される。

【数 2 1】

$$U = \sum_{j=1}^n \frac{1}{2} I_j \omega_j^2 \quad \dots \quad (21)$$

ただし、 $n$ : ハイブリッド変速機の回転メンバ数

上記の運動エネルギー  $U$  を時間微分すると次式が得られる。

【数 2 2】

$$\frac{dU}{dt} = \sum_{j=1}^n I_j \omega_j \quad \dots \quad (22)$$

式(22)において、遊星歯車装置の回転速度の拘束により各回転メンバの回転速度は、エンジン回転速度  $\omega_i$  と出力回転速度  $\omega_o$  の線形結合で得られる。

【数 2 3】

$$\frac{dU}{dt} = \left( m_{ii} \frac{d\omega_i}{dt} + m_{oi} \frac{d\omega_o}{dt} \right) \omega_i + \left( m_{io} \frac{d\omega_i}{dt} + m_{oo} \frac{d\omega_o}{dt} \right) \omega_o \quad \dots \quad (23)$$

ここにおける  $m_{ii}, m_{io}, m_{oi}, m_{oo}$  は、ハイブリッド変速機の諸元で決まる定数である。

【0061】

式(23)で表される  $dU/dt$  が変速に必要なパワー  $P_i$  であり、ここにおける  $d\omega_i/dt$  は、修正後目標エンジン回転速度とするか、もしくは式(11)で得られ、また、 $d\omega_o/dt$  は次式で得られる。

## 【数 2 4】

$$\frac{d\omega_o}{dt} = b'_{11}T_R + b'_{12}T_E + b'_{13}T_1 + b'_{14}T_2 \quad \dots \quad (24)$$

ここにおける $b'_{21}, b'_{22}, b'_{23}, b'_{24}$ は、ハイブリッド変速機の諸元で決まる定数である。

この変速に必要なパワーもエンジンで賄うよう、次のように目標エンジントルク $T^*_{E0}$ を修正してエンジントルク指令値 $T^*_E$ を求める。

## 【数 2 5】

$$T^*_E = T^*_{E0} + \frac{P_i}{\omega_i} \quad \dots \quad (25)$$

式(25)を用いると、変速に必要なパワーの補償量が、変速比 $i_{c0}$ を境に自動的に符号が変わる。

## 【0 0 6 2】

以下に、式(23)を用いて $i_{c0}$ を求める。次式で表されるように $dU/dt=0$ となる変速比が、運動エネルギー最小変速比 $i_{c0}$ である。

## 【数 2 6】

$$i_{c0} = -\frac{m_{ii} \frac{d\omega_i}{dt} + m_{oi} \frac{d\omega_o}{dt}}{m_{io} \frac{d\omega_i}{dt} + m_{oo} \frac{d\omega_o}{dt}} = -\frac{m_{ii} + m_{oi} \frac{d\omega_o}{d\omega_i}}{m_{io} + m_{oo} \frac{d\omega_o}{d\omega_i}} \quad \dots \quad (26)$$

式(26)で表されるように、運動エネルギー最小変速比 $i_{c0}$ は入力回転加速度 $d\omega_i/dt$ と出力回転加速度 $d\omega_o/dt$ に依存する。しかし、変速に必要なパワーが大きくなる変速時は

## 【数 2 7】

$$\frac{d\omega_o}{d\omega_i} \cong 0 \quad \dots \quad (27)$$

と仮定できるので、式(26)を用いて運動エネルギー最小変速比 $i_{c0}$ は次のような定数としてもよい。

【数 2 8】

$$i_{c0} = -\frac{m_{ii}}{m_{io}} \quad \dots \quad (28)$$

また、エンジンENGとハイブリッド変速機との間を断続するエンジンクラッチを有するハイブリッド変速機の場合、エンジンクラッチの締結時と開放時とで $m_i, m_{io}, m_{oi}, m_{oo}$ の値が異なる。

そこで、式(26)と式(28)から、エンジンクラッチの締結状態に応じて運動エネルギー最小変速比 $i_{c0}$ は異なる。

【0 0 6 3】

上記の構成になる本実施の形態によれば、図7(c)および図8(ステップS14)につき前述したごとく、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン(入力)回転加速度 $u_{io}$ の組み合わせが実現可能領域Aから外れた場合、これら目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン(入力)回転加速度 $u_{io}$ を実現可能領域a内の値に修正して駆動トルク指令値 $T_o^*$ およびエンジン(入力)回転加速度指令値 $u_i$ となし、エンジンENGおよびモータ/ジェネレータMG1, MG2の制御に資するため、

実現可能領域Aから外れた目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン(入力)回転加速度 $u_{io}$ をそのままエンジンENGおよびモータ/ジェネレータMG1, MG2の制御に資する場合に生ずるバッテリーの早期劣化を防ぐことができる。

【0 0 6 4】

そして、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン(入力)回転加速度 $u_{io}$ を実現可能領域A内の値に修正するに際し、当該修正により得られた駆動トルク指令値 $T_o^*$ およびエンジン(入力)回転加速度指令値 $u_i$ がそれぞれ目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン(入力)回転加速度 $u_{io}$ に対して極性変化することのないようにしたから、

修正後の駆動トルク指令値 $T_o^*$ およびエンジン(入力)回転加速度指令値 $u_i$ を



エンジンENGおよびモータ／ジェネレータMG1, MG2の制御に用いても、変速速度（エンジン回転加速度）が運転者の予期している方向とは逆になることがなく、

運転者が運転操作から予期しているとは逆の入力回転速度変化を生ずる事態を回避し、運転者に違和感を抱かせる変速となる懸念を払拭することができる。

#### 【0065】

図13および図14は、本発明の他の実施の形態になる変速制御装置の目標駆動トルクおよび目標エンジン回転加速度に関する修正処理を示す、図7および図8に対応する実現可能領域線図およびフローチャートである。

なお本実施の形態においても、ハイブリッド変速機の構成、変速制御システム、および変速制御機能別ブロック線図はそれぞれ図1～図3に示すと同様のものであるため、これらの重複説明を省略し、図3における目標値修正手段103が行う目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の修正方法のみを図13の実現可能領域線図に基づき、また、図14の制御プログラムに基づき以下に説明する。

#### 【0066】

図13(a), (b), (c), (d)は、修正前における上記した目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の組み合わせで表される目標動作点を○で示し、これらを修正した後における上記駆動トルク指令値 $T_0^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_i$ の組み合わせで表される指令動作点を●で示す。

図13(a)の目標動作点○は、或る目標駆動トルク $T_{o0}^*$ で変速せずに（エンジン回転加速度 $d\omega_i/dt = 0$ ）走行する状態を示す。

その後アクセルペダルが踏み込まれると、目標動作点○は例えば図13(b)に破線で示すごとく移動するが、図13(b)では目標動作点○が実現可能領域A内にあるため、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の修正は行われない。

#### 【0067】

その後、目標動作点○が図13(c)に破線で示すごとく更に移動すると、目標動作点○は実現可能領域Aから外れて、最早対応する目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の組み合わせを実現できないばかりか、バッテリー定

格電力内に収まらなくなってバッテリーの寿命低下を招く。

この場合目標値修正手段103は、図13(c)における駆動トルク $T_o$ およびエンジン回転加速度 $d\omega_i/dt$ の二次元座標上において、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の組み合わせに対応した目標動作点○を基に、以下のごとく指令動作点●を求めてここにおける駆動トルク $T_o^*$ およびエンジン回転加速度 $u_i$ を駆動トルク指令値およびエンジン回転加速度指令値とする。

#### 【0068】

指令動作点●の決定に際しては、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ が急変する変速時に特に、目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ よりも目標駆動トルク $T_{o0}^*$ の実現の方が要求度が高いことから、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ は修正しないでこれをそのまま駆動トルク指令値 $T_o^*$ に設定し、目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の修正のみにより、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の組み合わせに対応した目標動作点○を最も少ない変位で実現可能領域A内に移動させた時の●点を指令動作点とする。

更に詳しくは、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の組み合わせに対応した目標動作点○を通り、図13(c)の縦軸であるエンジン回転加速度軸に平行な一点鎖線で示す線分（目標駆動トルク $T_{o0}^*$ が保たれる線分）上にあって、且つ、実現可能領域A内にあり、更に、目標動作点○に最も近い●点を指令動作点とし、ここにおける駆動トルク $T_o^*$ およびエンジン回転加速度 $u_i$ を駆動トルク指令値およびエンジン回転加速度指令値とする。

これにより、変速時に重要度の高い目標駆動トルク $T_{o0}^*$ の実現を補償しつつ、目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ のみの最小修正により目標動作点○を実現可能領域A内の指令動作点●に移動させることができる。

#### 【0069】

ところで、図13(d)に破線で示すように目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の組み合わせに対応した目標動作点○が更に移動すると、これを基に図13(c)につき上述した要領で求める修正後のエンジン回転加速度指令値が $y_2$ で示した小さな値となり、予め設定しておいたエンジン回転（入力回転）加速度下限設定値 $y_{min}$ よりも小さくなる。

このようにエンジン回転加速度指令値 $u_i$ が下限設定値 $y_{min}$ よりも小さくなるのを許容すると、エンジン回転加速度指令値 $u_i$ が極小になって殆ど変速しなくなってしまうたり、最悪の場合、エンジン回転加速度指令値 $u_i$ が負値になって変速の違和感を生じる事態が懸念される。

#### 【0070】

これがため、図13(d)に示すように目標動作点○が移動した場合は、実現可能領域Aを規定する2本の境界線のうち、目標動作点○に近い側の実現可能領域境界線と、上記のエンジン回転(入力回転)加速度下限設定値 $y_{min}$ を表す線との交点●を指令動作点とし、ここにおける駆動トルク $T_o^*$ およびエンジン回転加速度 $u_i$ を駆動トルク指令値およびエンジン回転加速度指令値とする。

これにより、エンジン回転加速度指令値 $u_i$ がエンジン回転(入力回転)加速度下限設定値 $y_{min}$ 未満にならないようにしつつ、従って、上記した変速の違和感を生ずることのないようにしつつ、目標動作点○を目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の最小修正で実現可能領域A内の指令動作点●に移動させるという前記の作用効果を達成することができる。

しかも以上の修正によれば、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の修正を滑らかに、且つ、連続的に行うことができるため、不自然な車両加速度ショックの発生やエンジン回転速度変化の発生を防止することができる。

#### 【0071】

目標値修正手段103は、上記した目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の修正(駆動トルク指令値 $T_o^*$ およびエンジン回転加速度指令値 $u_i$ の決定)処理を、図14に示すフローチャートにしたがって実行する。

ステップS30では、図8のステップS10におけると同様の処理により、図13に示した駆動トルク $T_o$ およびエンジン回転加速度 $(d/dt)\omega_i$ の二次元座標上に表される実現可能領域Aを求め、この領域を規定する2本の境界線を前記した式(8)、(9)により算出する。

#### 【0072】

ステップS31では、次式で表される図13に示す目標駆動トルク $x_0 (=T_{o0}^*)$ および目標エンジン回転加速度 $y_0 (=u_{i0})$ の組み合わせに対応した目標動作点 $(x_0,$

$y_0$ )を通り、図13の縦軸であるエンジン回転加速度軸に平行な直線と、上記2本の実現可能領域境界線との交点 $(x_0, y_1)$ ,  $(x_0, y_2)$ をそれぞれ図13に示すように求める(但し、 $y_1 < y_2$ )。

#### 【数29】

$$T_o = T_{o0}^* \quad \dots \quad (29)$$

#### 【0073】

ステップS32では、 $y_0$ が $y_1$ と $y_2$ との間にあるか否かをチェックし、 $y_0$ が $y_1$ と $y_2$ との間にあると判定する場合は、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の組み合わせが図13(a), (b)に示すように実現可能領域A内にあるので制御をステップS33へ進め、 $y_0$ が $y_1$ と $y_2$ との間にないと判定する場合は、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の組み合わせが図13(c), (d)に示すように実現可能領域Aから外れているので制御をステップS34へ進める。

#### 【0074】

目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の組み合わせが実現可能領域A内にある時に選択されるステップS33では、目標駆動トルク $x_0 (=T_{o0}^*)$ および目標エンジン回転加速度 $y_0 (=u_{i0})$ の組み合わせである目標動作点○をそのまま指令動作点とし、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ をそのまま修正後の駆動トルク指令値 $T_o^*$ とし、目標駆動エンジン回転加速度 $u_{i0}$ をそのまま修正後のエンジン回転加速度指令値 $u_i$ とする。

#### 【0075】

目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の組み合わせが実現可能領域Aから外れている時に選択されるステップS34では、目標動作点 $(x_0, y_0)$ に近い側の実現可能領域境界線と、 $T_o = x_0$ を表す線との交点 $(x_0, y_c)$ を図13(c), (d)で示すように求める。

ここで交点 $(x_0, y_c)$ は、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ はそのままに、目標入力回転加速度 $u_{i0}$ を $y_0$ に一番近い実現可能領域内の点 $y_c$ に移動した点である。

#### 【0076】

次のステップS35では、前記の式(19)を用いてエンジン（入力）回転加速度下限設定値 $y_{min}$ を演算する。

次いでステップS36において、 $y_c$ が、 $y_{min}$ に対し図13(c)に示すごとく $y_0$ 側にあるか否かを判定し、 $y_{min}$ を基準にして $y_c$ が $y_0$ 側であれば十分にエンジン（入力）回転加速度が得られる（十分な変速速度が得られる）として制御をステップS37に進め、図13(d)に示すごとく $y_c$ が $y_0$ 側になれば十分にエンジン（入力）回転加速度が得られず（十分な変速速度が得られず）前記の問題を生ずることから制御をステップS38に進める。

#### 【0077】

十分にエンジン（入力）回転加速度が得られる（十分な変速速度が得られる）時に選択されるステップS37では、図13(c)に示すごとく交点 $(x_0, y_c)$ を指令動作点とし、この点における駆動トルク $T_0^*$ およびエンジン回転加速度 $u_i$ をそれぞれ、修正後の駆動トルク指令値 $T_0^*$ および修正後のエンジン回転加速度指令値 $u_i$ とし、

十分にエンジン（入力）回転加速度が得られない（十分な変速速度が得られない）時に選択されるステップS38では、図13(d)に示すごとく目標動作点 $(x_0, y_0)$ に近い側の実現可能領域境界線と、エンジン回転加速度 $(d/dt)\omega_i = y_{min}$ を表す線との交点を指令動作点とし、この点における駆動トルク $T_0^*$ およびエンジン回転加速度 $u_i$ をそれぞれ、修正後の駆動トルク指令値 $T_0^*$ および修正後のエンジン回転加速度指令値 $u_i$ とする。

#### 【0078】

従って、上記修正後の駆動トルク指令値 $T_0^*$ およびエンジン回転加速度指令値 $u_i$ はそれぞれ、前記した実施の形態におけると同じく目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ と同じ符号（極性）であり、前記したと同様の作用効果を奏し得ると共に、エンジン回転加速度指令値 $u_i$ がエンジン回転（入力回転）加速度下限設定値 $y_{min}$ 未満にならないようにしつつ、従って、前記した変速の違和感を生ずることのないようにしつつ、目標動作点 $(x_0, y_0)$ を目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の最小修正で実現可能領域A内の指令動作点●に移動させ得て前記の作用効果を達成することができる。

## 【0079】

図15は、本発明の更に他の実施の形態になる変速制御装置の目標駆動トルクおよび目標エンジン回転加速度に関する修正処理を示す、図14に対応するフローチャートである。

なお本実施の形態においても、ハイブリッド変速機の構成、変速制御システム、および変速制御機能別ブロック線図はそれぞれ図1～図3に示すと同様のものであるため、これらの重複説明を省略し、図3における目標値修正手段103が行う目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の修正方法のみを図15の制御プログラムに基づき以下に説明する。

## 【0080】

ところで、図13および図14に示す実施の形態においては、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の組み合わせに対応した目標動作点○が実現可能領域Aから外れた時、この目標動作点を実現可能領域A内に移動させるに際し目標駆動トルク $T_{o0}^*$ はできるだけ修正しないで、主として目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ を修正するようにしたが、

本実施の形態においては逆に、目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ はできるだけ修正しないで、主として目標駆動トルク $T_{o0}^*$ を修正するようにしたものである。

## 【0081】

これがため本実施の形態において目標値修正手段103は、先ず図15に示すステップS40で、図14のステップS30におけると同様の処理により、駆動トルク $T_o$ およびエンジン回転加速度 $(d/dt)\omega_i$ の二次元座標（図13参照）上に表される実現可能領域Aを規定する2本の境界線を算出する。

次のステップS41では、次式で表される目標駆動トルク $x_0 (=T_{o0}^*)$ および目標エンジン回転加速度 $y_0 (=u_{i0})$ の組み合わせに対応した目標動作点 $(x_0, y_0)$ を通り、駆動トルク軸（図13の横軸）に平行な直線と、上記2本の実現可能領域境界線との交点 $(x_1, y_0)$ ,  $(x_2, y_0)$ をそれぞれ求める（但し、 $x_1 < x_2$ ）。

## 【数30】

$$\frac{d\omega_i}{dt} = u_{i0} \quad \dots \quad (30)$$

## 【0082】

ステップS42では、 $x_0$ が $x_1$ と $x_2$ との間にあるか否かをチェックし、 $x_0$ が $x_1$ と $x_2$ との間にあると判定する場合は、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の組み合わせが実現可能領域A内にあるので制御をステップS43へ進め、 $x_0$ が $x_1$ と $x_2$ との間にないと判定する場合は、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の組み合わせが実現可能領域Aから外れているので制御をステップS44へ進める。

## 【0083】

目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の組み合わせが実現可能領域A内にある時に選択されるステップS43では、目標駆動トルク $x_0$  ( $=T_{o0}^*$ ) および目標エンジン回転加速度 $y_0$  ( $=u_{i0}$ ) の組み合わせである目標動作点をそのまま指令動作点とし、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ をそのまま修正後の駆動トルク指令値 $T_o^*$ とし、目標駆動エンジン回転加速度 $u_{i0}$ をそのまま修正後のエンジン回転加速度指令値 $u_i$ とする。

## 【0084】

目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の組み合わせが実現可能領域Aから外れている時に選択されるステップS44では、目標動作点 ( $x_0, y_0$ ) に近い側の実現可能領域境界線と、 $(d/dt) \omega_i = y_0$ を表す線との交点 ( $x_c, y_0$ ) を求める。

ここで交点 ( $x_c, y_0$ ) は、目標入力回転加速度 $u_{i0}$ はそのままに、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ を $x_0$ に一番近い実現可能領域内の点 $x_c$ に移動した点である。

## 【0085】

次のステップS45では、以下の式を用いて駆動トルク下限設定値 $x_{min}$ を演算する。

## 【数31】

$$x_{min} = K_x \frac{\sigma_x}{|\sigma_x| + \varepsilon_x} \quad \dots \quad (31)$$

ここで、 $\sigma_x$ は目標エンジン（入力）回転速度と実入力回転速度との間における偏差、 $\varepsilon_x$ は $\sigma_x=0$ で $x_{\min}$ を連続化する正の定数、 $K_x$ は、例えば予め実験や計算機シミュレーションで得られた正の定数である。

#### 【0086】

次いでステップS46において、 $x_c$ が、 $x_{\min}$ に対し $x_0$ 側にあるか否かを判定し、 $x_{\min}$ を基準にして $x_c$ が $x_0$ 側にあれば十分に駆動トルクが得られるとして制御をステップS47に進め、 $x_c$ が $x_0$ 側になければ十分に駆動トルクが得られないとして制御をステップS48に進める。

#### 【0087】

十分に駆動トルクが得られる時に選択されるステップS47では、交点 $(x_c, y_0)$ を指令動作点とし、この点における駆動トルク $T_0^*$ およびエンジン回転加速度 $u_i$ をそれぞれ、修正後の駆動トルク指令値 $T_0^*$ および修正後のエンジン回転加速度指令値 $u_i$ とし、

十分に駆動トルクが得られない時に選択されるステップS38では、目標動作点 $(x_0, y_0)$ に近い側の実現可能領域境界線と、駆動トルク $T_0=x_{\min}$ を表す線との交点を指令動作点とし、この点における駆動トルク $T_0^*$ およびエンジン回転加速度 $u_i$ をそれぞれ、修正後の駆動トルク指令値 $T_0^*$ および修正後のエンジン回転加速度指令値 $u_i$ とする。

#### 【0088】

従って、上記修正後の駆動トルク指令値 $T_0^*$ およびエンジン回転加速度指令値 $u_i$ はそれぞれ、前記した実施の形態におけると同じく目標駆動トルク $T_{00}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ と同じ符号（極性）であり、前記したと同様の作用効果を奏し得ると共に、駆動トルク指令値 $T_0^*$ が駆動トルク下限設定値 $x_{\min}$ 未満にならないようにしつつ、目標動作点 $(x_0, y_0)$ を目標駆動トルク $T_{00}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の最小修正で実現可能領域A内の指令動作点に移動させることができる。

#### 【0089】

図16は、前記した各実施の形態がハイブリッド変速機のモータ／ジェネレータMG1, MG2を図1に示すように複合電流2層モータ3で構成したのに対し、ハイ



ブリッド変速機のモータ／ジェネレータMG1, MG2を個々に独立させて構成したものである。

つまり、円環状のステータ $3_{s1}$ ,  $3_{s2}$ を同軸に配して変速機ケース1内に固設し、これら円環状ステータ $3_{s1}$ ,  $3_{s2}$ 内にそれぞれロータ $3_{r1}$ ,  $3_{r2}$ を回転自在に支持して設け、円環状ステータ $3_{s1}$ およびロータ $3_{r1}$ によりエンジンENGに近い第1のモータ／ジェネレータMG1を構成し、円環状ステータ $3_{s2}$ およびロータ $3_{r2}$ によりエンジンENGから遠い第2のモータ／ジェネレータMG2を構成する。

#### 【0090】

ここでモータ／ジェネレータMG1, MG2はそれぞれ、円環状ステータ $3_{s1}$ ,  $3_{s2}$ に個々に電流を供給される時は供給電流に応じた個々の方向の、また、供給電流に応じた個々の速度（停止を含む）の回転を出力するモータとして機能し、電流を供給されない時は外力による回転に応じた電力を発生する発電機として機能する。

かかるモータ／ジェネレータMG1, MG2と、ラビニョオ型プラネタリギヤセット2との間の結合に当たっては、ラビニョオ型プラネタリギヤセットのサンギヤS1に軸11を介して第1モータ／ジェネレータM/G1のロータ $3_{s2}$ を結合し、サンギヤS2に軸12を介して第2モータ／ジェネレータM/G2のロータ $3_{r2}$ を結合する。

#### 【0091】

図16のようなモータ／ジェネレータMG1, MG2を具えたハイブリッド変速機の場合、モータ／ジェネレータMG1, MG2の制御電流をそれぞれの円環状ステータ $3_{s1}$ ,  $3_{s2}$ に対して個々に供給する必要があることから、その制御システムは、図2に示すものに代えて図17に示すごときものとする。

つまり、図2では両モータ／ジェネレータMG1, MG2に共通な1個のインバータ24を設けるだけでよかったが、図17では、モータ／ジェネレータMG1の円環状ステータ $3_{s1}$ に対するインバータ24aと、モータ／ジェネレータMG2の円環状ステータ $3_{s2}$ に対するインバータ24bとを個別に設ける。

#### 【0092】

本実施の形態においても、ハイブリッドコントローラ21を機能別ブロック線図で表すと図3と同じでものになるが、本実施の形態においては、図3における目標値修正手段103およびモータ／ジェネレータトルク指令値決定手段105での処

理が、前記した実施の形態における処理と異なる。

### 【0093】

目標値修正手段103での処理は、前記各実施の形態におけると同様、目標駆動トルクおよび目標エンジン回転加速度の組み合わせに対応した目標動作点が、駆動トルクおよびエンジン回転加速度の二次元座標上における実現可能領域から外れる場合、これら目標駆動トルクおよび／または目標エンジン回転加速度を、実現可能領域内における指令動作点上の駆動トルク指令値およびエンジン回転加速度指令値に修正するものであるが、本実施の形態においては、駆動トルクおよびエンジン回転加速度の二次元座標上における実現可能領域が図6、図7および図13にAで示すものと以下に説明するごとくに異なる。

### 【0094】

駆動トルク $T_0$ と、エンジン回転加速度 $d\omega_i/dt$ と、エンジン回転速度 $\omega_i$ と、出力回転速度 $\omega_o$ と、走行抵抗トルク $T_R$ と、エンジントルク $T_E$ と、バッテリー充放電量 $P_B$ との関係から、横軸に駆動トルク $T_0$ を目盛り、縦軸にエンジン回転加速度 $d\omega_i/dt$ を目盛った二次元座標上に、バッテリー定格電力内に収まる実現可能領域を表すと、前記した通り図6にAで示すごときものとなる。

本実施の形態例ではさらに、モータ／ジェネレータMG1, MG2が機械的に発生可能なトルクによる駆動トルクとエンジン回転加速度の領域BCをも図18のように求め、この領域BCと上記領域Aとが重なる図19の領域Dを実現可能領域とする。

### 【0095】

以下に領域BCの求め方を説明するに、ハイブリッド変速機のエンジン回転加速度は前記した式(11)で表され、また、駆動トルクは前記した式(12)で表される。 $I_c b_{24} \times$ 式(11)  $- b_{14} \times$ 式(12)により次式が得られる。

### 【数32】

$$I_c b_{24} \frac{d\omega_i}{dt} - b_{14} T_0 = (I_c b_{24} b_{11} - I_c b_{14} b_{21} + 1) T_R + I_c (b_{24} b_{12} - b_{14} b_{22}) T_E + I_c (b_{24} b_{13} - b_{14} b_{23}) T_1$$

...

(32)

また、 $I_c b_{23} \times$ 式(11)－ $b_{13} \times$ 式(12)により次式が得られる。

【数 3 3】

$$I_c b_{23} \frac{d\omega_t}{dt} - b_{13} T_o = (I_c b_{23} b_{11} - I_c b_{13} b_{21} + 1) T_R + I_c (b_{23} b_{12} - b_{13} b_{22}) T_E + I_c (b_{23} b_{14} - b_{13} b_{24}) T_2$$

...

(33)

【0096】

式(32)を用いて、モータ／ジェネレータMG1が機械的に発生可能なトルク範囲から、モータ／ジェネレータMG1の機械的な発生可能トルクによる駆動トルクとエンジン回転加速度の領域Bが図18のように得られる。

また式(33)を用いて、モータ／ジェネレータMG2が機械的に発生可能なトルク範囲から、モータ／ジェネレータMG2の機械的な発生可能トルクによる駆動トルクとエンジン回転加速度の領域Cが図18のように得られる。

図16のように独立した2個のモータ／ジェネレータMG1, MG2を用いる場合、図18に示すように、現在のモータ／ジェネレータMG1の回転速度から領域Bが一意に決まり、現在のモータ／ジェネレータMG2の回転速度から領域Cが一意に決まる。

ここで、図18に示す領域Bと領域Cとが重なる領域をBCとする。

【0097】

そして、図19に示すように前記の領域Aと当該領域BCとが重なる領域を、駆動トルクとエンジン回転速度との実現可能領域Dとする。

前記した実施の形態では何れの場合も、モータ／ジェネレータMG1, MG2を図1に示すように複合電流2層モータ3で構成したため領域BCは得られなかった。

【0098】

その理由を以下に説明するに、複合電流2層モータ3の場合、モータ／ジェネレータMG1の回転速度と、モータ／ジェネレータMG2の回転速度と、モータ／ジェネレータMG1の最大トルク $T_{1max}$ と、モータ／ジェネレータMG2の最大トルク $T_{2max}$ との間に、前記した式(16)で表されるような従属関係がある。

この従属関係により、延在のモータ／ジェネレータMG1の回転速度と、モータ／ジェネレータMG2の回転速度のもとで、領域Bと領域Cとの間には図20に示すような従属関係がある。

領域Bは図20(a), (b), (c)に示すように、 $T_{2\max}$ が小さいほど ( $T_{1\max}$ が大きいほど) 狭く、 $T_{2\max}$ が大きいほど ( $T_{1\max}$ が小さいほど) 広い。

一方、領域Cは図20(a), (b), (c)に示すように、 $T_{2\max}$ が小さいほど ( $T_{1\max}$ が大きいほど) 広く、 $T_{2\max}$ が大きいほど ( $T_{1\max}$ が小さいほど) 狭い。

以上のように領域Bおよび領域Cが可変であるため、両者の重なる領域BCも可変であって、図19に示すようにこの領域BCを実現可能領域Dに含めて考えることが難しい。

#### 【0099】

以下、本実施の形態において図3の目標値修正手段103が、図8のプログラムに代えて実行する図21に示すフローチャートの処理を説明する。

先ずステップS50においては、目標駆動トルク $x_0 (=T_{o0}^*)$  および目標エンジン回転加速度 $y_0 (=u_{i0})$  の組み合わせである目標動作点が上記した実現可能領域D内にあるか否かにより、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ を実現可能か否かをチェックする。

#### 【0100】

この実現可能か否かの判定に当たっては、以下の3条件を満たすとき目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ を実現可能と判断する。

(条件1)

前記の式(7)に目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ を代入したときのバッテリー充放電量がバッテリー定格電力以下である。

(条件2)

前記の式(32)に目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ を代入したとき $T_1$ が、現在のモータ／ジェネレータMG1の回転速度で機械的に発生可能なトルクである。

(条件3)

前記の式(33)に目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ を代入

したとき $T_2$ が、現在のモータ／ジェネレータMG2の回転速度で機械的に発生可能なトルクである。

#### 【0101】

ステップS50で目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ を実現可能と判定する場合は、ステップS51において、目標駆動トルク $x_0$  ( $=T_{o0}^*$ ) および目標エンジン回転加速度 $y_0$  ( $=u_{i0}$ ) の組み合わせである目標動作点をそのまま指令動作点とし、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ をそのまま修正後の駆動トルク指令値 $T_o^*$ とし、目標駆動エンジン回転加速度 $u_{i0}$ をそのまま修正後のエンジン回転加速度指令値 $u_i$ とする。

#### 【0102】

ステップS50で目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ を実現可能でないと判定する場合は、ステップS52において、原点と目標動作点 ( $x_0, y_0$ ) とを結ぶ線分が領域A、領域B、領域Cの境界線と交差する交点のうち、実現可能領域D内で、且つ、目標動作点 ( $x_0, y_0$ ) に最も近い点を指令動作点とし、この点における駆動トルク $T_o^*$ およびエンジン回転加速度 $u_i$ をそれぞれ、修正後の駆動トルク指令値 $T_o^*$ および修正後のエンジン回転加速度指令値 $u_i$ とする。

#### 【0103】

本実施の形態において図3のモータ／ジェネレータトルク指令値決定手段105が行う処理は、前記各実施の形態におけると同様、モータ／ジェネレータトルク分配手段104からの目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*, T_{20}^*$ が、機械的に出力可能なトルク範囲を越えていたり、バッテリー定格電力を超えるようなものである時に（動作可能領域から外れている時に）、これらを出力可能なトルク範囲およびバッテリー定格電力内の値に修正してモータ／ジェネレータトルク指令値 $T_1^*, T_2^*$ となし、これにより、モータ／ジェネレータMG1, MG2の劣化を防止したり、バッテリーの早期劣化を防止する保護機能を果たすと共に、フェールセーフ機能も果たす。

#### 【0104】

従って本実施の形態においても、モータ／ジェネレータトルク指令値決定手段105は図9におけるステップS20での判定結果に応じ、つまり、目標モータ／ジ

ジェネレータトルク $T^*_{10}$ ,  $T^*_{20}$ が動作可能領域内にあるか、これから外れているかに応じ、ステップS21またはステップS22におけると同様の処理を行うが、これらステップの何れを実行するかを決定するステップS20の判定方法が異なり、以下にその詳細を説明する。

この判定に当たっては、つまり、目標モータ／ジェネレータトルク $T^*_{10}$ ,  $T^*_{20}$ が動作可能領域内にあるか、これから外れているかの判定に当たっては、図22に示す領域線図をもとにこの判定を行う。

#### 【0105】

ここで図22に示す領域線図を説明するに、この図は、横軸に第1モータ／ジェネレータMG1のトルク $T_1$ を、また、縦軸に第2モータ／ジェネレータMG2のトルク $T_2$ を目盛った二次元座標に、モータ／ジェネレータMG1, MG2のトルクを実現できる動作可能領域FXを示す。

領域FAおよび領域FCは、図10につき前述したと同じものであるから重複説明を省略する。

#### 【0106】

次に、独立な2つのモータ／ジェネレータMG1, MG2の機械的な動作領域FBを求めるに、前述したように独立な2つのモータ／ジェネレータMG1, MG2を有したハイブリッド変速機の場合、モータ／ジェネレータMG1の回転速度でモータ／ジェネレータMG1のトルクの動作範囲は一意に決まり、モータ／ジェネレータMG2についても、その回転速度でモータ／ジェネレータMG2のトルクの動作範囲は一意に決まる。

したがって、図23(a), (b)に示すモータ／ジェネレータMG1, MG2の回転速度 $\omega_1$ ,  $\omega_2$ と、モータ／ジェネレータMG1, MG2の最大トルク $T_{1max}$ ,  $T_{2max}$ との関係を用い、現在のモータ／ジェネレータMG1の回転速度 $\omega_1$ からモータ／ジェネレータMG1の最大トルク $T_{1max}$ が求められ、モータ／ジェネレータMG2の回転速度 $\omega_2$ からモータ／ジェネレータMG2の最大トルク $T_{2max}$ が求められる。

これらモータ／ジェネレータ最大トルク $T_{1max}$ と $T_{2max}$ から、図22に示されるモータ／ジェネレータMG1, MG2の機械的な動作領域FBが得られ、独立した2つのモータ／ジェネレータMG1, MG2を具えたハイブリッド変速機の場合領域FBは長方

形になり、これと、領域FAと、領域FCとの重合域がモータ／ジェネレータMG1, MG2の動作可能領域FXである。

#### 【0107】

この図22を基に目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*$ ,  $T_{20}^*$ が動作可能領域FX内にあるのか、この動作可能領域FXから外れているのかを判定するに当たっては、以下に示す4つの条件を満たすときに目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*$ ,  $T_{20}^*$ が動作可能領域FX内にあると判定することができる。

##### (条件I)

前記の式(15)に目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*$ ,  $T_{20}^*$ を代入して得られるバッテリー充放電量がバッテリー定格電力以下である。

##### (条件II)

図22(a)において、現在のモータ／ジェネレータMG1の回転速度 $\omega_1$ から得られるモータ／ジェネレータMG1の最大トルク $T_{1max}$ の範囲内に目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*$ がある。

##### (条件III)

図22(b)において、現在のモータ／ジェネレータMG2の回転速度 $\omega_2$ から得られるモータ／ジェネレータMG2の最大トルク $T_{2max}$ の範囲内に目標モータ／ジェネレータトルク $T_{20}^*$ がある。

##### (条件IV)

$b_{11}T_R + b_{12}T_E + b_{13}T_{10}^* + b_{14}T_{20} \geq 0$ のとき、目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*$ ,  $T_{20}^*$ が前記した式(17)の関係を満たし、 $b_{11}T_R + b_{12}T_E + b_{13}T_{10}^* + b_{14}T_{20} \leq 0$ のとき、目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*$ ,  $T_{20}^*$ が前記した式(18)の関係を満たす。

#### 【0108】

本実施の形態においては、図9のステップS20で上記の4条件を満たしていると判定する時、目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*$ ,  $T_{20}^*$ が動作可能領域FX内にあるとして同図のステップS21を実行し、図9のステップS20で上記の4条件を満たしていないと判定する時、目標モータ／ジェネレータトルク $T_{10}^*$ ,  $T_{20}^*$ が動作可能領域FXから外れているとして同図のステップS22を実行することで、前

記した各実施の形態におけると同様の作用効果を達成することができる。

#### 【0109】

図24は、本発明の更に他の実施の形態になるハイブリッド変速機の変速制御装置が実行すべき、図21に代わる目標駆動トルクおよび目標エンジン回転加速度の修正処理を示す。

本実施の形態においては、ハイブリッド変速機を図16に示すと同じものとし、また、その変速制御システムも図17に示すと同じものとする。

更に図16におけるハイブリッドコントローラ21は、機能別ブロック線図で示すと図3と同じものとなるが、ここにおける目標値修正手段103が図21に代えて図24を実行する点で異なるものとする。

#### 【0110】

以下、本実施の形態において図3の目標値修正手段103が実行する図24に示すフローチャートの処理を説明する。

先ずステップS60においては、図21のステップS50におけると同様にして、目標駆動トルク $x_0 (=T_{o0}^*)$  および目標エンジン回転加速度 $y_0 (=u_{i0})$  の組み合わせである目標動作点が図19に示した実現可能領域D内にあるか否かにより、目標駆動トルク $T_{o0}^*$  および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$  を実現可能か否かをチェックする。

#### 【0111】

ステップS60で目標駆動トルク $T_{o0}^*$  および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$  を実現可能と判定する場合は、ステップS61において、図21のステップS51におけると同様に、目標駆動トルク $x_0 (=T_{o0}^*)$  および目標エンジン回転加速度 $y_0 (=u_{i0})$  の組み合わせである目標動作点をそのまま指令動作点とし、目標駆動トルク $T_{o0}^*$  をそのまま修正後の駆動トルク指令値 $T_o^*$  とし、目標駆動エンジン回転加速度 $u_{i0}$  をそのまま修正後のエンジン回転加速度指令値 $u_i$  とする。

#### 【0112】

ステップS60で目標駆動トルク $T_{o0}^*$  および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$  を実現可能でないと判定する場合は、ステップS62において、図14のステップS34におけると同様の考え方により、実現可能領域D内で目標動作点 $(x_0, y_0)$  に最も近



い領域A,B,C (図18および図19参照)の境界線と、 $T_0=x_0$ を表す線との交点 ( $x_0, y_c$ ) を求める。

ここで交点 ( $x_0, y_c$ ) は、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ はそのままに、目標入力回転加速度 $u_{i0}$ を $y_0$ に一番近い実現可能領域D内の点 $y_c$ に移動した点である。

#### 【0113】

次のステップS63では、図14のステップS35におけると同様にしてエンジン (入力) 回転加速度下限設定値 $y_{min}$ を演算する。

次いでステップS64において、図14のステップS36と同様に、 $y_c$ が、 $y_{min}$ に対し $y_0$ 側にあるか否かを判定し、 $y_{min}$ を基準にして $y_c$ が $y_0$ 側にあれば十分にエンジン (入力) 回転加速度が得られる (十分な変速速度が得られる) として制御をステップS65に進め、 $y_c$ が $y_0$ 側になければ十分にエンジン (入力) 回転加速度が得られない (十分な変速速度が得られない) ことから制御をステップS66に進める。

#### 【0114】

十分にエンジン (入力) 回転加速度が得られる (十分な変速速度が得られる) 時に選択されるステップS65では図14のステップS37におけると同様に、交点 ( $x_0, y_c$ ) を指令動作点とし、この点における駆動トルク $T_0^*$ およびエンジン回転加速度 $u_i$ をそれぞれ、修正後の駆動トルク指令値 $T_0^*$ および修正後のエンジン回転加速度指令値 $u_i$ とし、

十分にエンジン (入力) 回転加速度が得られない (十分な変速速度が得られない) 時に選択されるステップS66では図14のステップS38と同様の考え方により、領域A,B,C (図18および図19参照)の境界線と、エンジン回転加速度 $(d/dt)\omega_i=y_{min}$ を表す線との交点のうち、実現可能領域D内で目標動作点 ( $x_0, y_0$ ) に最も近い交点を指令動作点とし、この点における駆動トルク $T_0^*$ およびエンジン回転加速度 $u_i$ をそれぞれ、修正後の駆動トルク指令値 $T_0^*$ および修正後のエンジン回転加速度指令値 $u_i$ とする。

#### 【0115】

従って、上記修正後の駆動トルク指令値 $T_0^*$ およびエンジン回転加速度指令値 $u_i$ はそれぞれ、前記した各実施の形態におけると同じく目標駆動トルク $T_{o0}^*$ およ

び目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ と同じ符号（極性）であり、前記したと同様の作用効果を奏し得ると共に、エンジン回転加速度指令値 $u_i$ がエンジン回転（入力回転）加速度下限設定値 $y_{min}$ 未満にならないようにしつつ、従って、前記した変速の違和感を生ずることのないようにしつつ、目標動作点 $(x_0, y_0)$ を目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の最小修正で実現可能領域D内の指令動作点に移動させ得て前記の作用効果を達成することができる。

#### 【0116】

図25は、本発明の更に別の実施の形態になるハイブリッド変速機の変速制御装置が実行すべき、図21に代わる目標駆動トルクおよび目標エンジン回転加速度の修正処理を示す。

本実施の形態においては、ハイブリッド変速機を図16に示すと同じものとし、また、その変速制御システムも図17に示すと同じものとする。

更に図16におけるハイブリッドコントローラ21は、機能別ブロック線図で示すと図3と同じものとなるが、ここにおける目標値修正手段103が図21に代えて図25を実行する点で異なるものとする。

#### 【0117】

以下、本実施の形態において図3の目標値修正手段103が実行する図25に示すフローチャートの処理を説明する。

先ずステップS70においては、図21のステップS50におけると同様にして、目標駆動トルク $x_0 (=T_{o0}^*)$ および目標エンジン回転加速度 $y_0 (=u_{i0})$ の組み合わせである目標動作点が図19に示した実現可能領域D内にあるか否かにより、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ を実現可能か否かをチェックする。

#### 【0118】

ステップS70で目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ を実現可能と判定する場合は、ステップS71において、図21のステップS51におけると同様に、目標駆動トルク $x_0 (=T_{o0}^*)$ および目標エンジン回転加速度 $y_0 (=u_{i0})$ の組み合わせである目標動作点をそのまま指令動作点とし、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ をそのまま修正後の駆動トルク指令値 $T_0^*$ とし、目標駆動エンジン回転加速度 $u$

$i_0$ をそのまま修正後のエンジン回転加速度指令値 $u_i$ とする。

【0119】

ステップS70で目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ を実現可能でないと判定する場合は、ステップS72において、図15のステップS44におけると同様の考え方により、実現可能領域D内で目標動作点 $(x_0, y_0)$ に最も近い領域A,B,C(図18および図19参照)の境界線と、 $(d/dt)\omega_i=y_0$ を表す線との交点 $(x_c, y_0)$ を求める。

次のステップS73では、図15のステップS45におけると同様にして駆動トルク下限設定値 $x_{min}$ を演算する。

【0120】

次いでステップS74において、図15のステップS46におけると同様の判定、つまり、 $x_c$ が、 $x_{min}$ に対し $x_0$ 側にあるか否かを判定し、 $x_{min}$ を基準にして $x_c$ が $x_0$ 側にあれば十分に駆動トルクが得られるとして制御をステップS75に進め、 $x_c$ が $x_0$ 側になければ十分に駆動トルクが得られないとして制御をステップS76に進める。

【0121】

十分に駆動トルクが得られる時に選択されるステップS75では、図15のステップS47におけると同様、交点 $(x_c, y_0)$ を指令動作点とし、この点における駆動トルク $T_o^*$ およびエンジン回転加速度 $u_i$ をそれぞれ、修正後の駆動トルク指令値 $T_o^*$ および修正後のエンジン回転加速度指令値 $u_i$ とし、

十分に駆動トルクが得られない時に選択されるステップS76では、図15のステップS38と同様の考え方により、領域A,B,C(図18および図19参照)の境界線と、駆動トルク $T_o=x_{min}$ を表す線との交点のうち、実現可能領域D内で目標動作点 $(x_0, y_0)$ に最も近い交点を指令動作点とし、この点における駆動トルク $T_o^*$ およびエンジン回転加速度 $u_i$ をそれぞれ、修正後の駆動トルク指令値 $T_o^*$ および修正後のエンジン回転加速度指令値 $u_i$ とする。

【0122】

従って、上記修正後の駆動トルク指令値 $T_o^*$ およびエンジン回転加速度指令値 $u_i$ はそれぞれ、前記した実施の形態におけると同じく目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および

目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ と同じ符号（極性）であり、前記したと同様の作用効果を奏し得ると共に、駆動トルク指令値 $T_o^*$ が駆動トルク下限設定値 $x_{min}$ 未満にならないようにしつつ、目標動作点 $(x_0, y_0)$ を目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の最小修正で実現可能領域 $D$ 内の指令動作点に移動させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による変速制御装置を適用し得るハイブリッド変速機を例示し

(a) は、その線図的構成図、

(b) は、その共線図である。

【図2】 同ハイブリッド変速機の制御システムを示すブロック線図である。

【図3】 同制御システムにおけるハイブリッドコントローラの機能別ブロック線図である。

【図4】 車両が要求する駆動トルクの変化特性を示す線図である。

【図5】 最適燃費でエンジンパワーを発生させるためのエンジン回転数を示す最適燃費線図である。

【図6】 ハイブリッド変速機のバッテリー定格電力で実現可能な駆動トルクとエンジン回転加速度との組み合わせを例示する実現可能領域線図である。

【図7】 図6におけると同じ実現可能領域と、動作点との関係を示し、

(a) は、非変速時の動作点位置を例示する線図、

(b) は、変速時の動作点の移動状態を動作点が未だ実現可能領域内にある場合について示す線図、

(c) は、変速時の動作点の移動状態を動作点の実現可能領域から外れた場合について示す線図である。

【図8】 図3における目標値修正手段が実行する目標駆動トルクおよび目標エンジン回転加速度の修正処理に関する制御プログラムを示すフローチャートである。

【図9】 図3におけるモータ／ジェネレータトルク指令値決定手段が実行する目標モータ／ジェネレータトルクの修正処理に関する制御プログラムを示すフロ

ーチャートである。

【図 10】 モータ／ジェネレータの動作可能領域を例示する領域線図である。

【図 11】 図 3 におけるモータ／ジェネレータトルク指令値決定手段が実行する目標モータ／ジェネレータトルクの修正要領を、図 10 における動作可能領域に重ねて示した線図である。

【図 12】 ハイブリッド変速機内における回転メンバの変速時における回転エネルギーの変化状況を示し、

(a) は、この回転エネルギーと変速比との関係を示した線図、

(b) は、この回転エネルギーの変速比に対する変化割合を示した線図である。

【図 13】 本発明の他の実施の形態になるハイブリッド変速機の変速制御装置が実行する目標駆動トルクおよび目標エンジン回転加速度の修正処理を示す、図 7 に対応した図面で、

(a) は、非変速時の動作点位置を例示する線図、

(b) は、変速時の動作点の移動状態を動作点が未だ実現可能領域内にある場合について示す線図、

(c) は、変速時の動作点の移動状態を動作点の実現可能領域から外れた場合について示す線図、

(d) は、変速時の動作点の移動状態を動作点の変速速度下限値にも満たなくなるほどに実現可能領域から外れた場合について示す線図である。

【図 14】 図 13 に示す変速制御装置が実行する目標駆動トルクおよび目標エンジン回転加速度の修正処理に関する制御プログラムを示すフローチャートである。

【図 15】 本発明の更に他の実施の形態になる変速制御装置が実行する目標駆動トルクおよび目標エンジン回転加速度の修正処理に関する制御プログラムを示す、図 14 に対応したフローチャートである。

【図 16】 本発明による変速制御装置を適用し得るハイブリッド変速機の他の例を示す、図 1 (a) に対応した線図的構成図である。

【図 17】 同ハイブリッド変速機の制御システムを示すブロック線図である。

【図 18】 図 16 のハイブリッド変速機においてモータ／ジェネレータにより実現可能な領域をエンジン回転加速度および駆動トルクの二次元座標上に示した領域線図である。

【図 19】 図 18 の実現可能領域と、図 6 の実現可能領域とを重ねて示した領域線図である。

【図 20】 図 18 におけるモータ／ジェネレータにより実現可能な領域が、モータ／ジェネレータ最大トルクを(a), (b), (c)と変化させた場合に如何様に変化するかを示した線図である。

【図 21】 図 16 に示すハイブリッド変速機における変速制御装置が実行する目標駆動トルクおよび目標エンジン回転加速度の修正処理に関する制御プログラムを示す、図 8 に対応するフローチャートである。

【図 22】 図 16 のハイブリッド変速機におけるモータ／ジェネレータの動作可能領域を例示する、図 10 に対応する領域線図である。

【図 23】 モータ／ジェネレータの最大トルク変化特性を示し、

(a) は、第 1 モータ／ジェネレータの最大トルク変化特性を示す特性線図、

(b) は、第 2 モータ／ジェネレータの最大トルク変化特性を示す特性線図である。

【図 24】 図 16 に示すハイブリッド変速機における変速制御装置が実行する目標駆動トルクおよび目標エンジン回転加速度の修正処理プログラムの他の例を示す、図 21 に対応するフローチャートである。

【図 25】 図 16 に示すハイブリッド変速機における変速制御装置が実行する目標駆動トルクおよび目標エンジン回転加速度の修正処理プログラムの更に他の例を示す、図 21 に対応するフローチャートである。

#### 【符号の説明】

- 1 変速機ケース
- 2 ラビニョオ型プラネタリギヤセット（差動装置）
- 3 複合電流 2 層モータ
- ENG エンジン（主動力源）
- 4 第 1 のシングルピニオン遊星歯車組

- 5 第2のシングルピニオン遊星歯車組
- 6 カウンターシャフト
- 7 ディファレンシャルギヤ装置
- 8 駆動車輪
- 14 出力歯車
- MG1 第1モータ／ジェネレータ
- MG2 第2モータ／ジェネレータ
- S1 サンギヤ
- S2 サンギヤ
- P1 ショートピニオン
- P2 ロングピニオン
- R1 リングギヤ
- R2 リングギヤ
- C キャリア
- 21 ハイブリッドコントローラ
- 22 エンジンコントローラ
- 23 モータコントローラ
- 24 インバータ
- 24a インバータ
- 24b インバータ
- 25 バッテリ
- 26 アクセル開度センサ
- 27 車速センサ
- 28 エンジン回転センサ
- 101 目標値生成手段
- 102 入力回転サーボ制御手段
- 103 目標値修正手段
- 104 モータ／ジェネレータトルク分配手段
- 105 モータ／ジェネレータトルク指令値決定手段

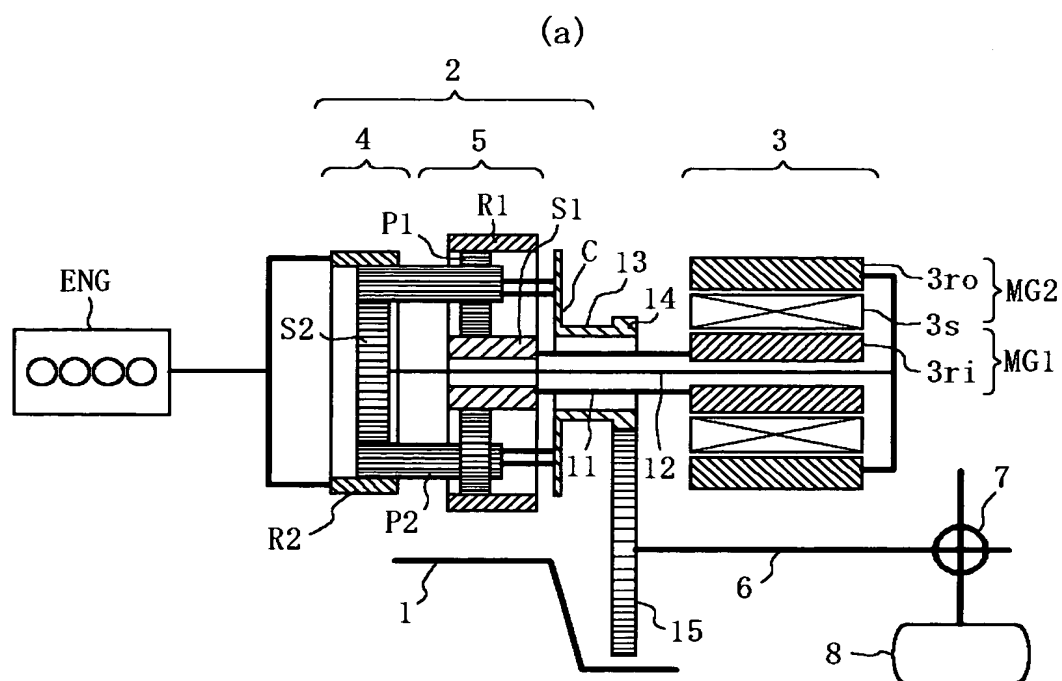
106 目標エンジントルク修正手段



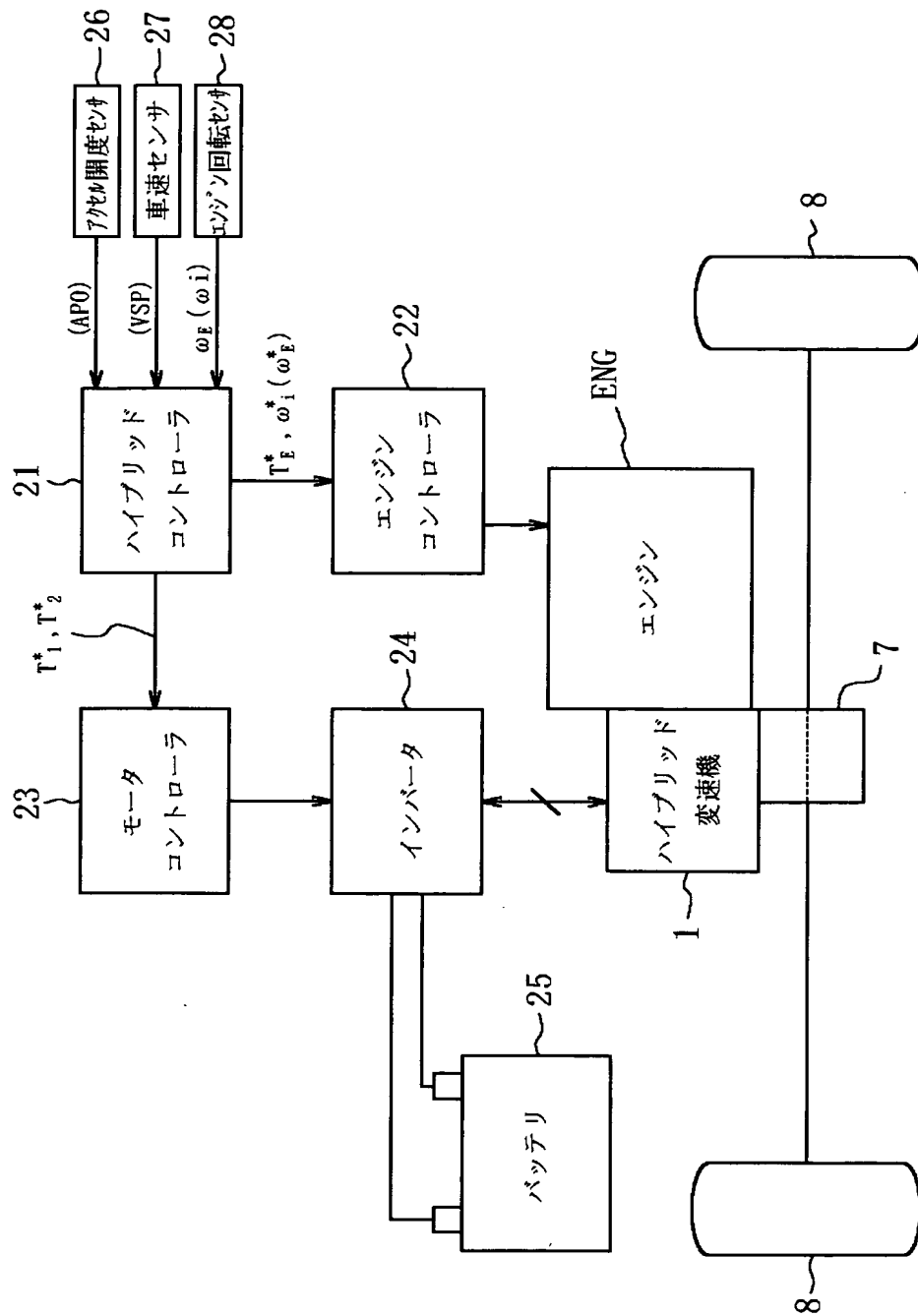
【書類名】

図面

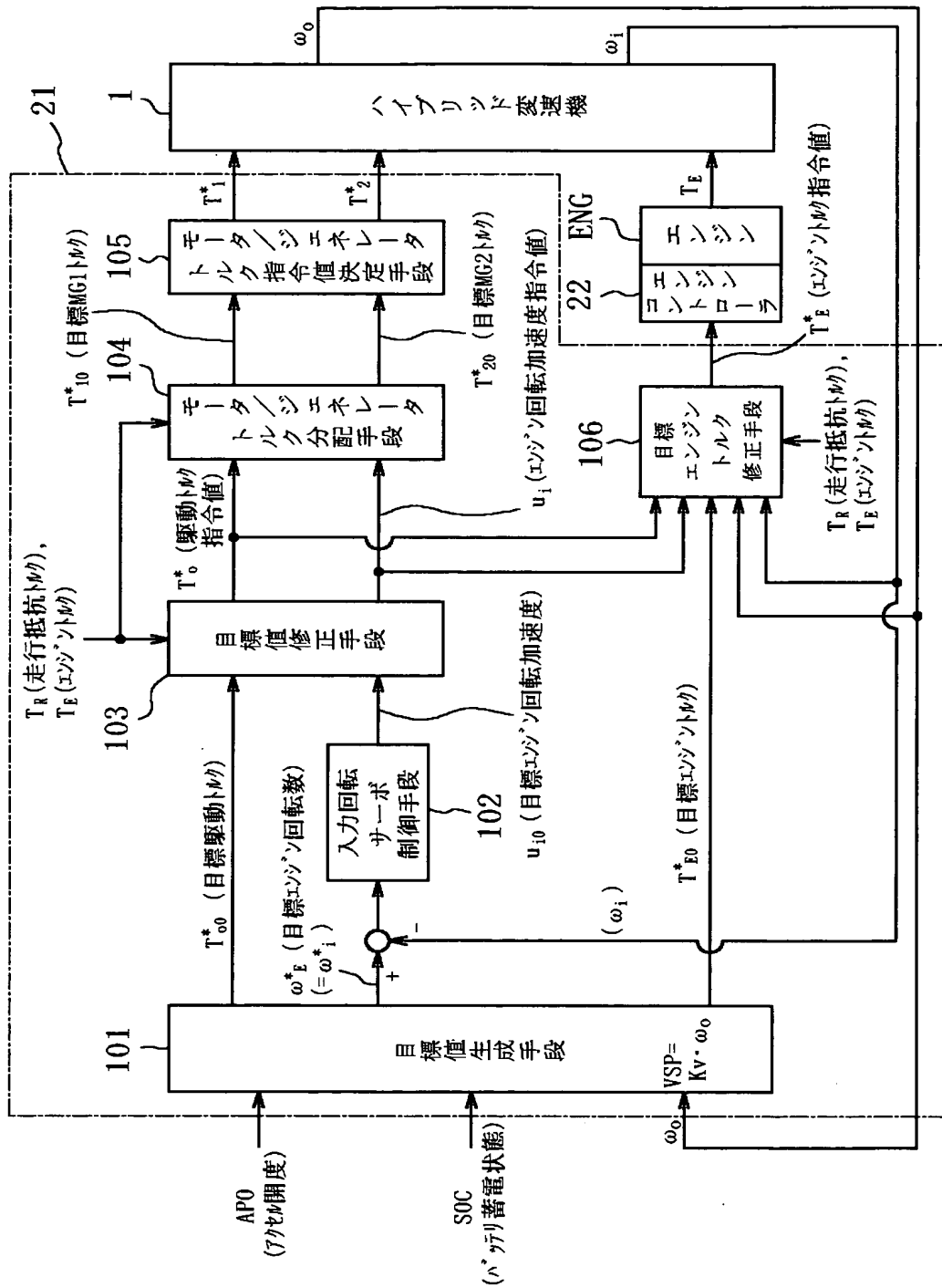
【図 1】



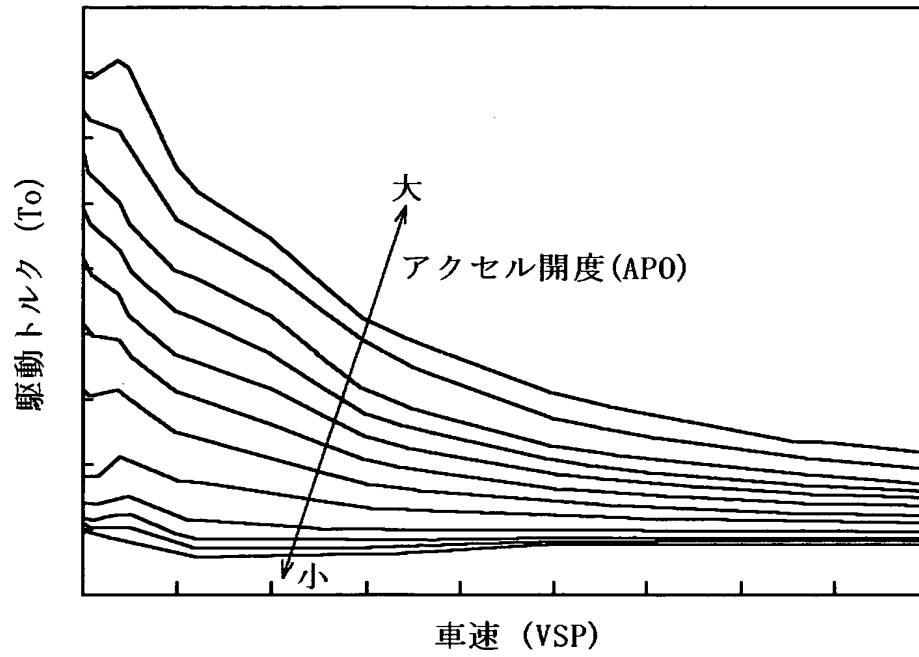
【図 2】



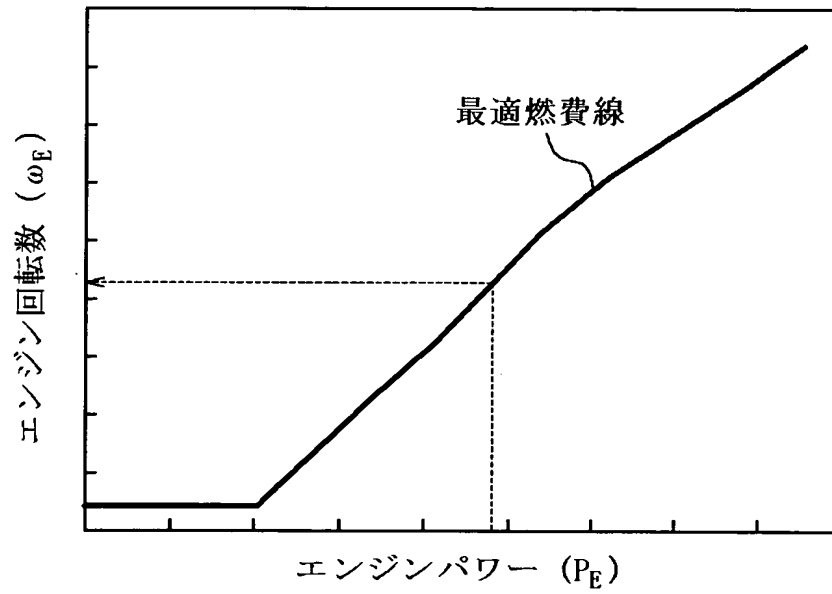
【図 3】



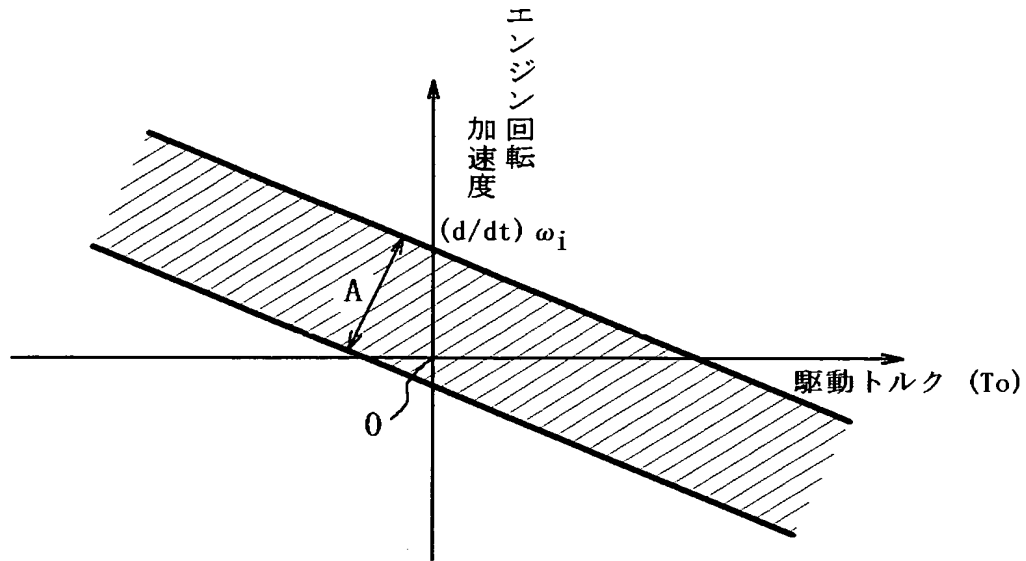
【図 4】



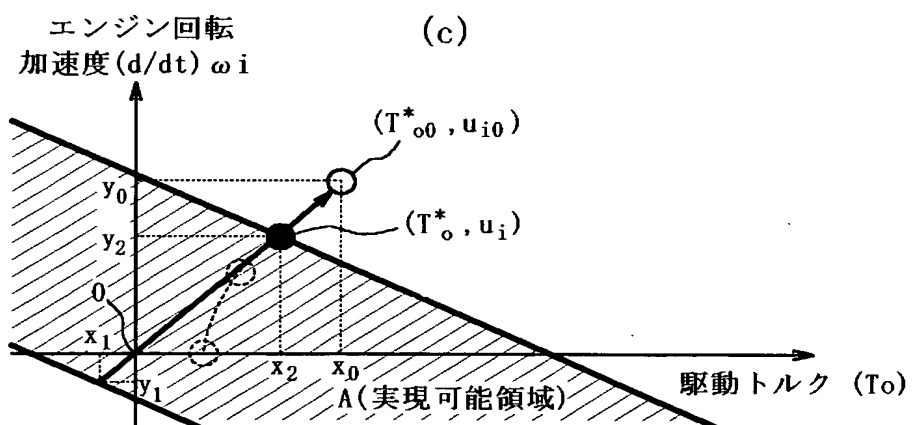
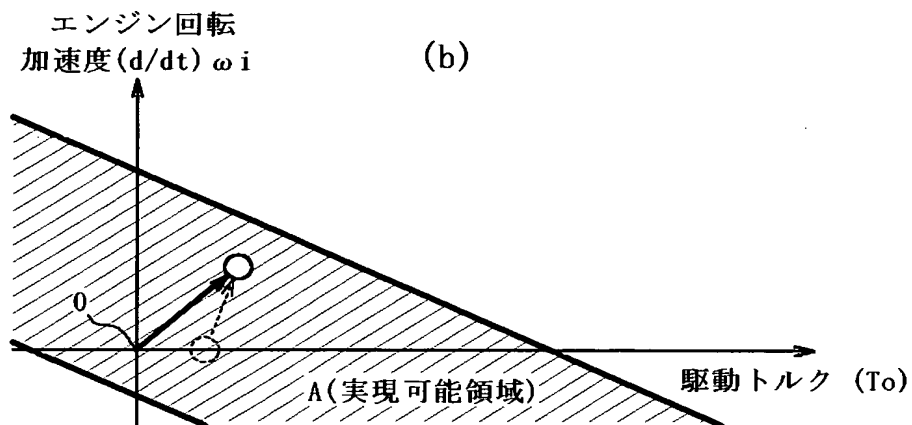
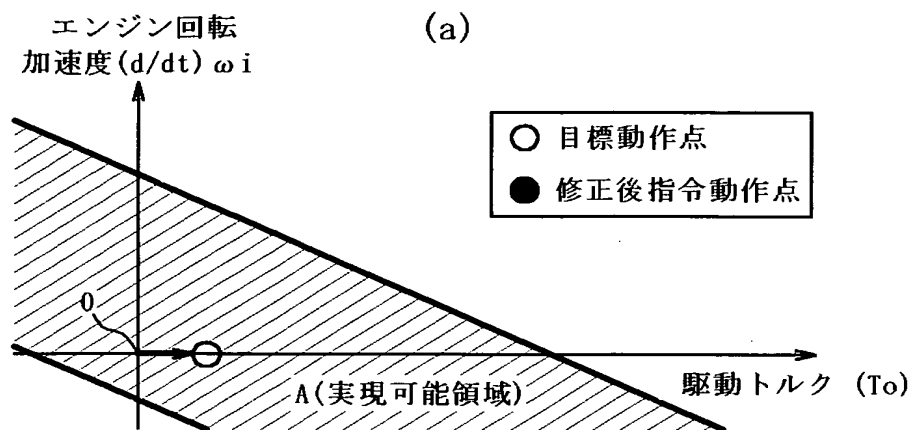
【図 5】



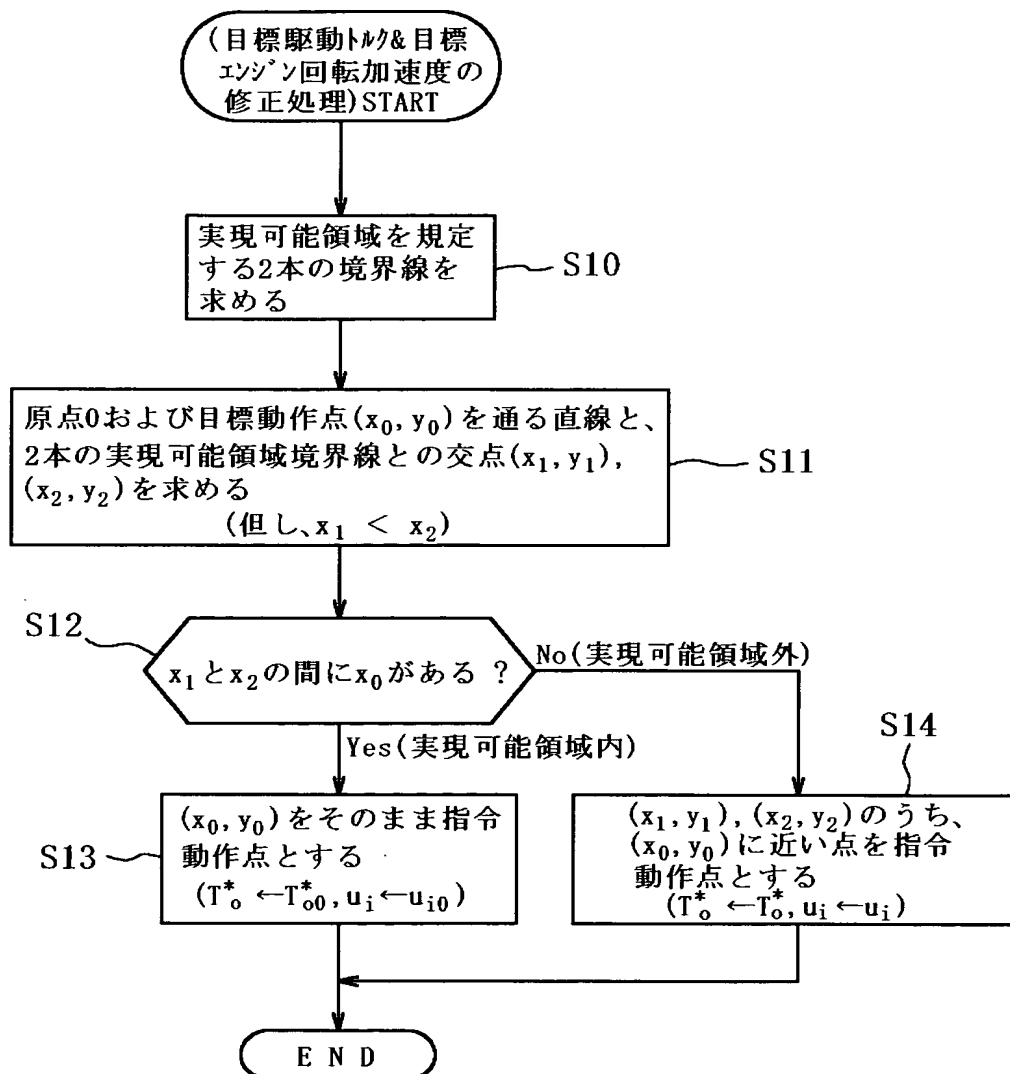
【図 6】



【図 7】

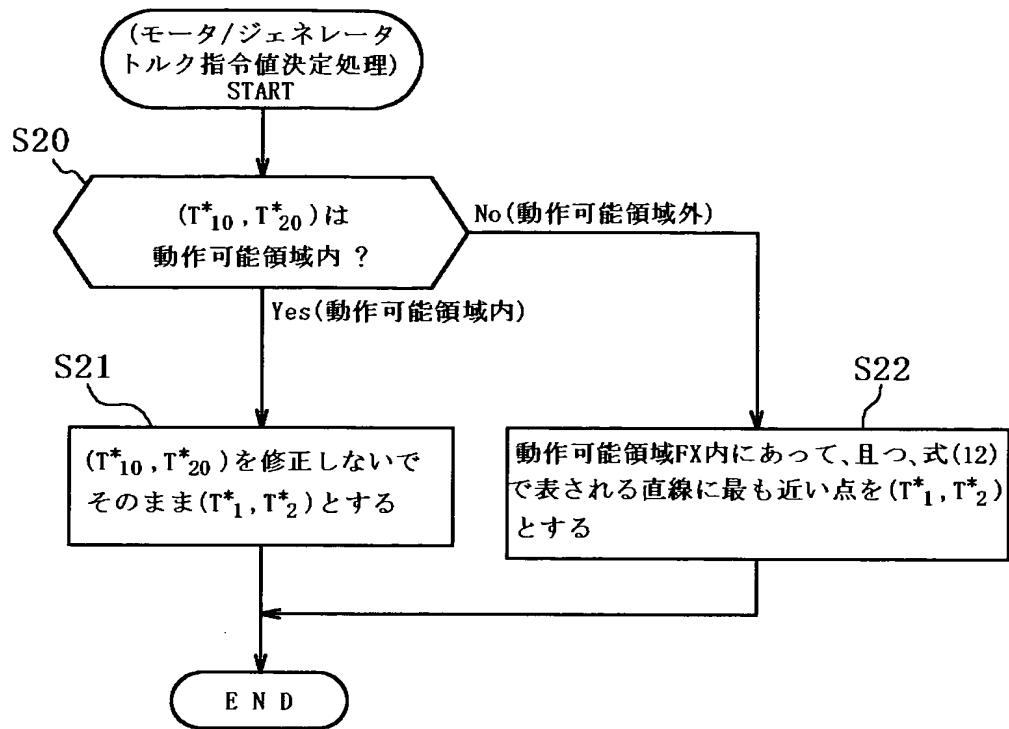


【図 8】

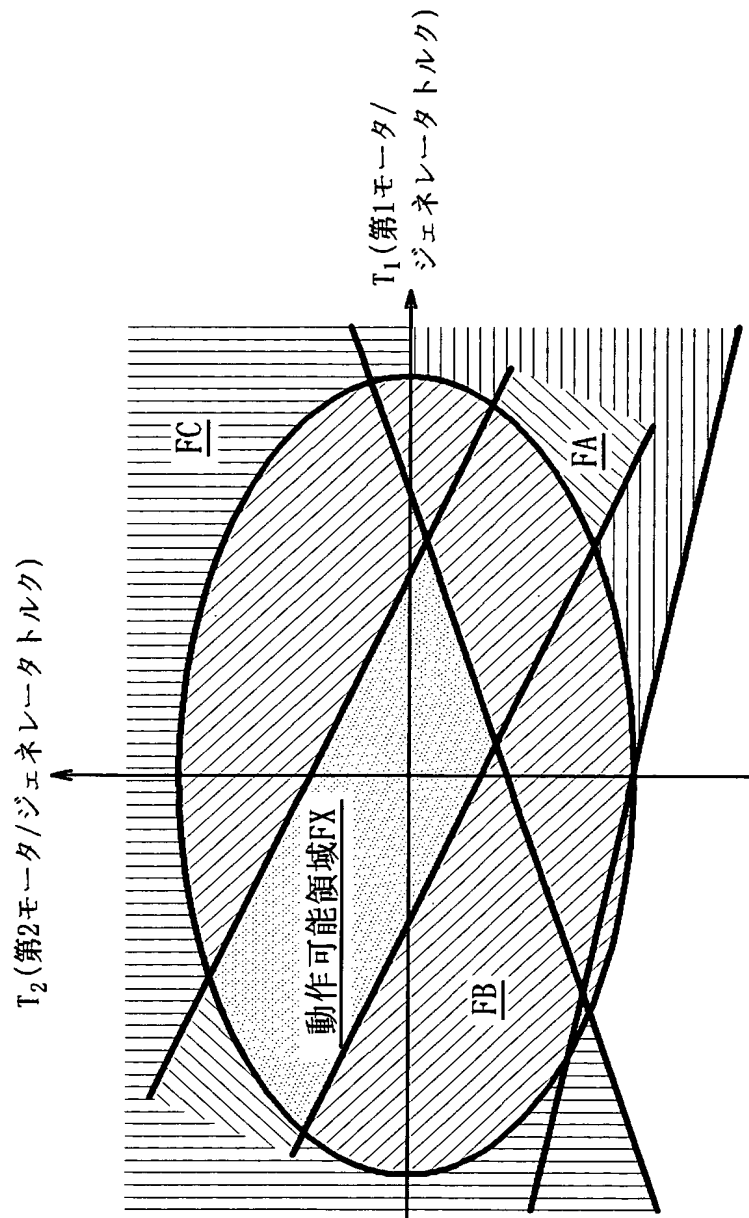




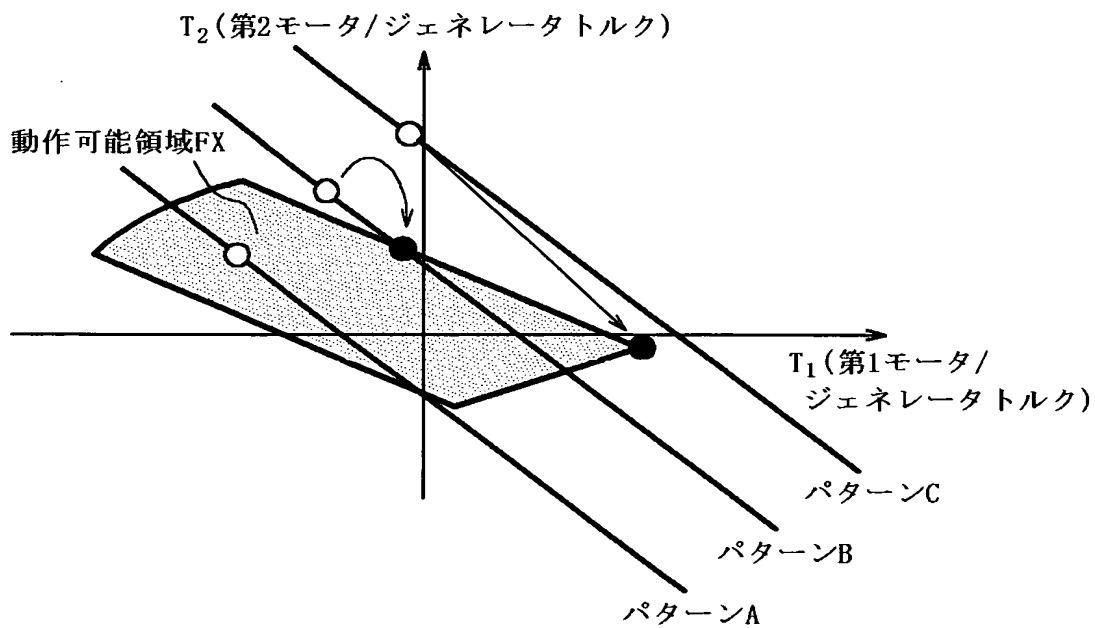
【図 9】



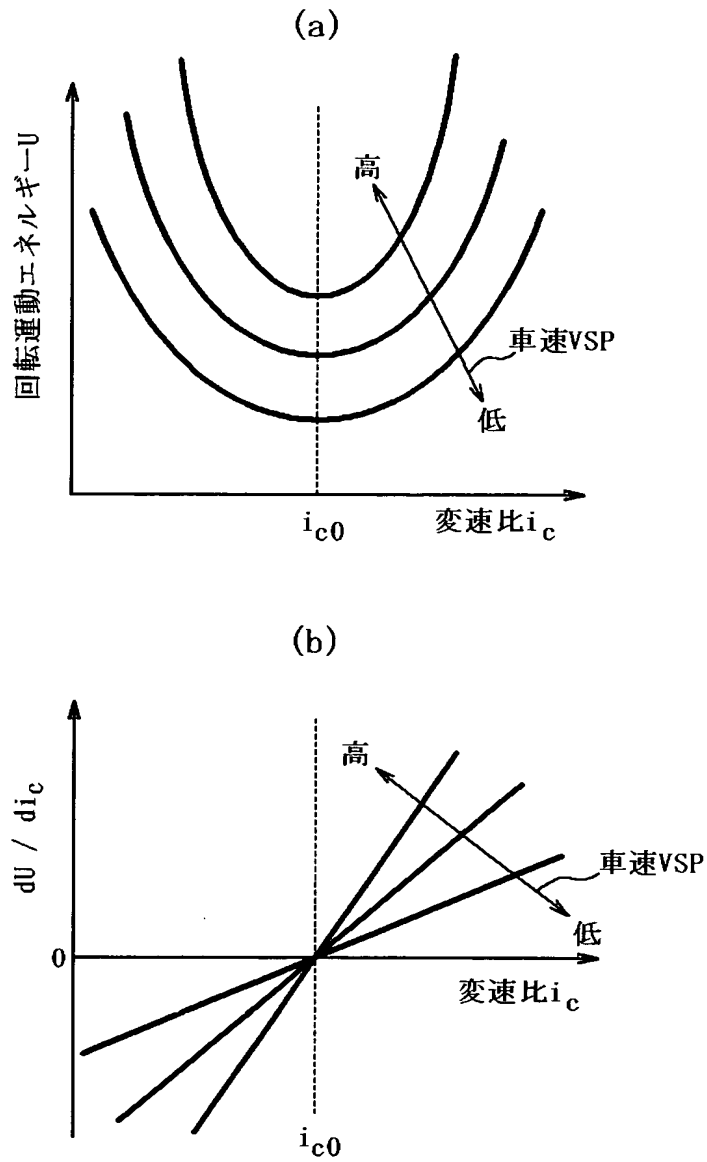
【図 10】



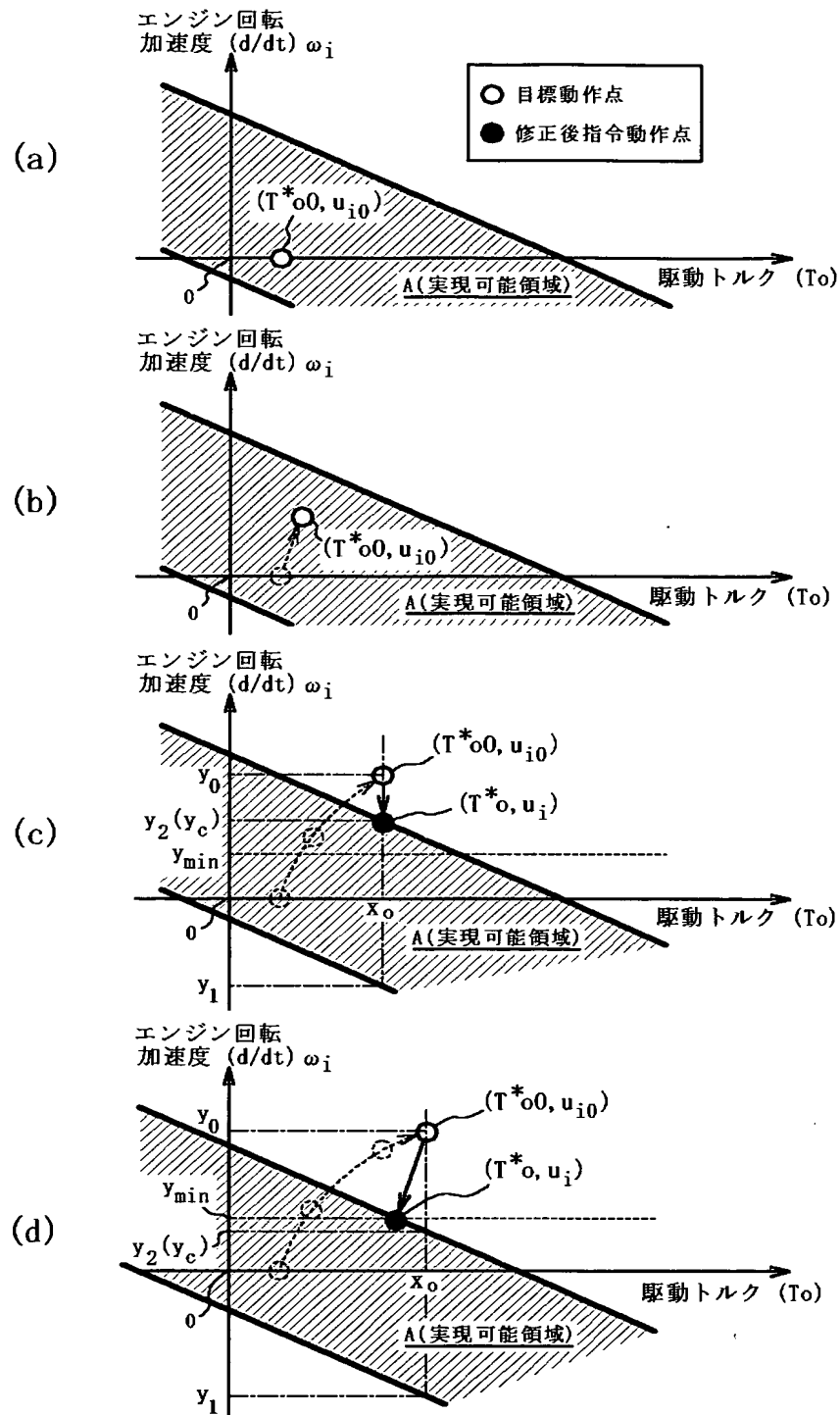
【図 11】



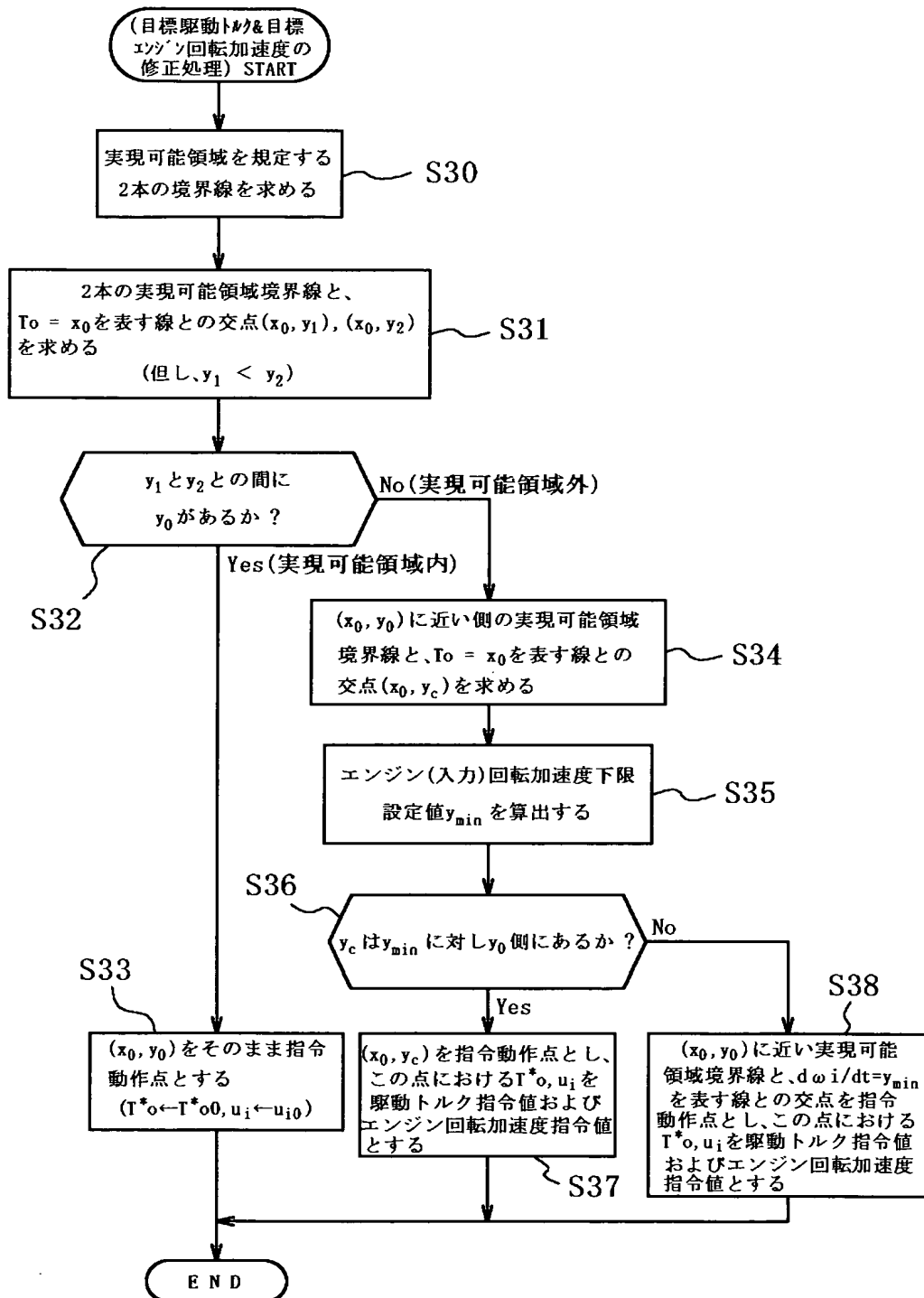
【図 12】



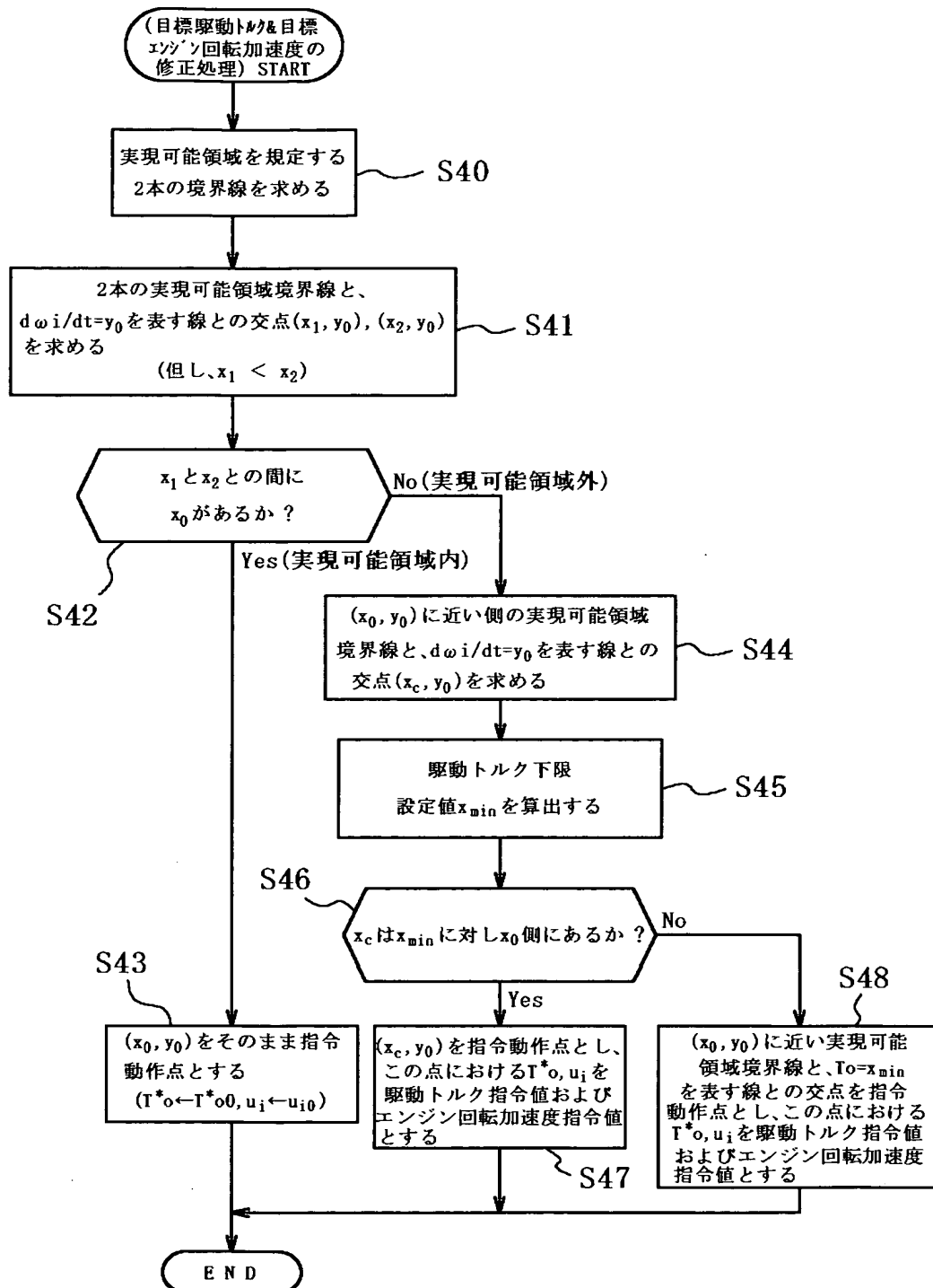
【図 13】



【図14】



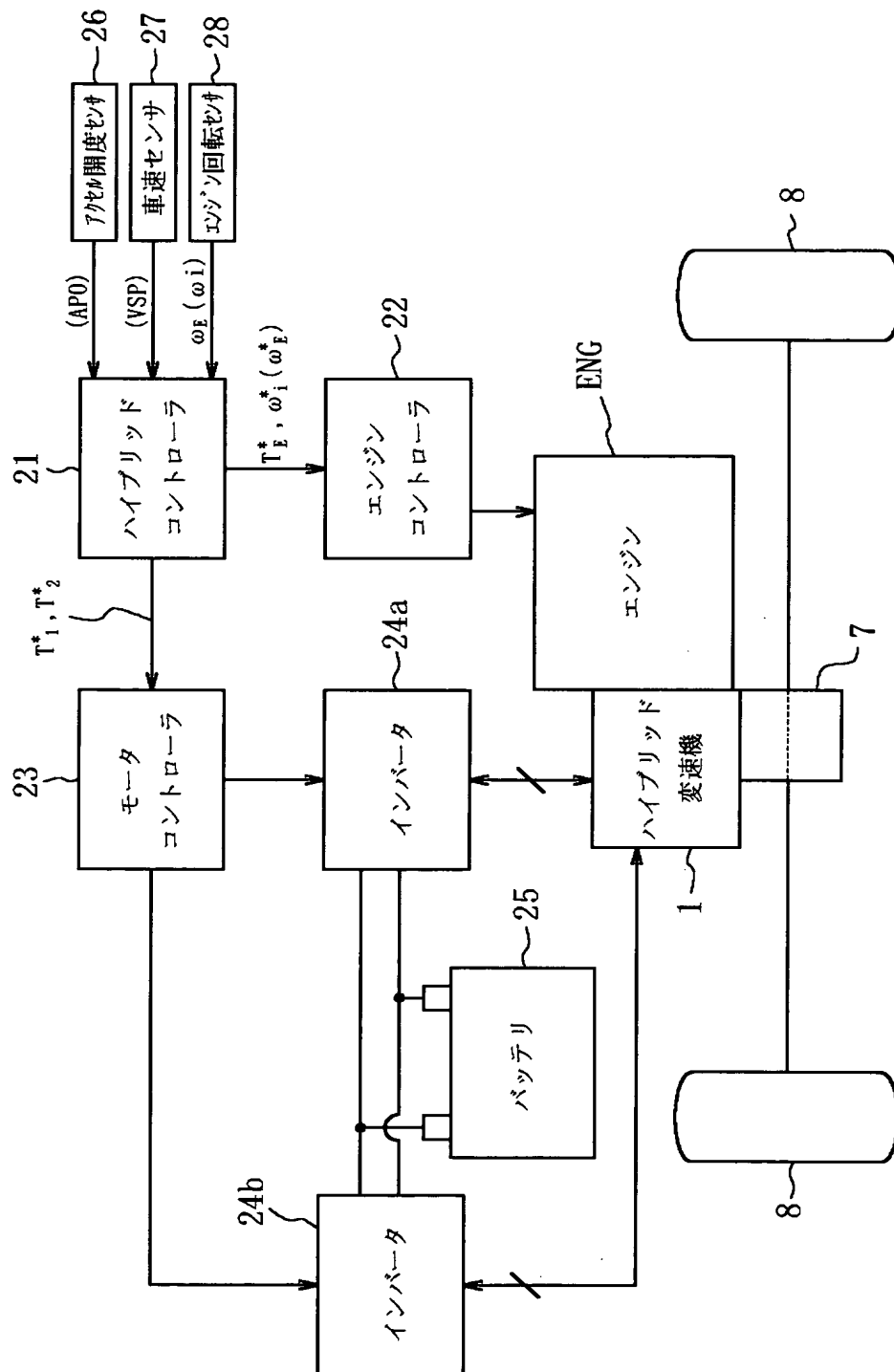
【図 15】



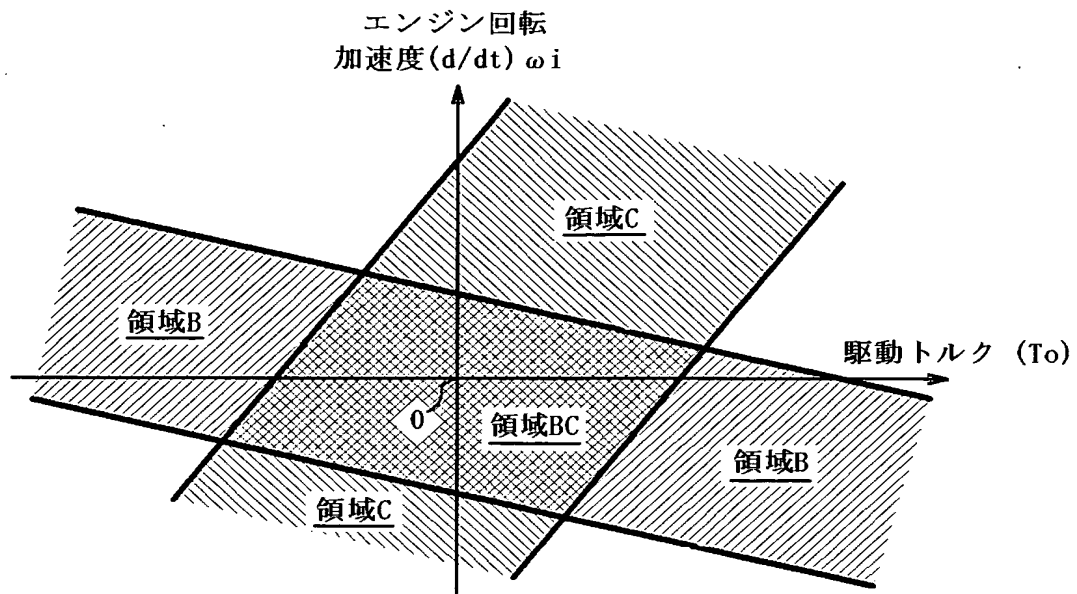




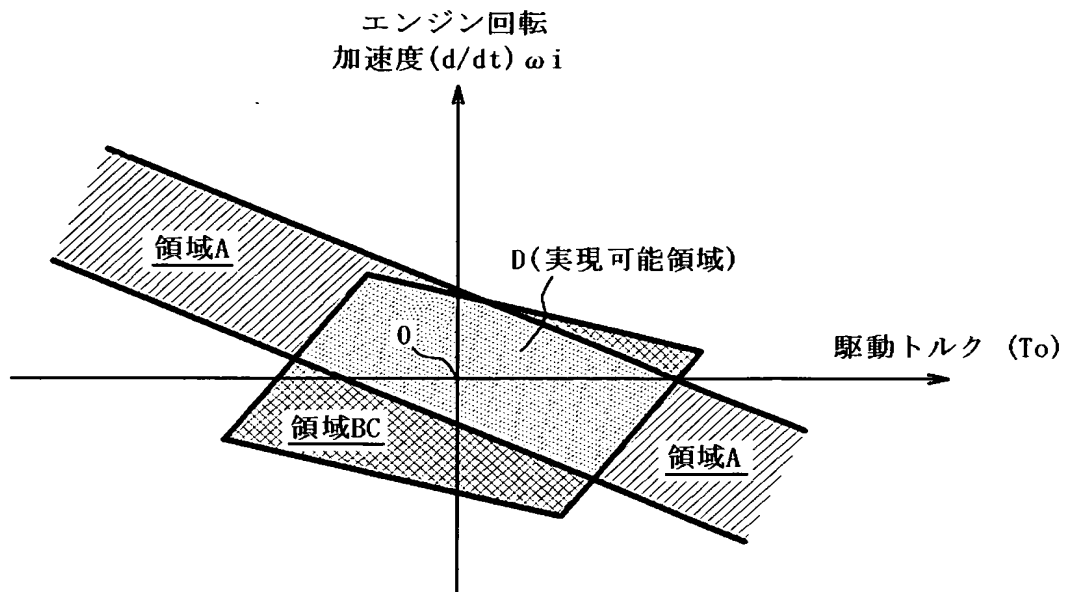
【図 17】



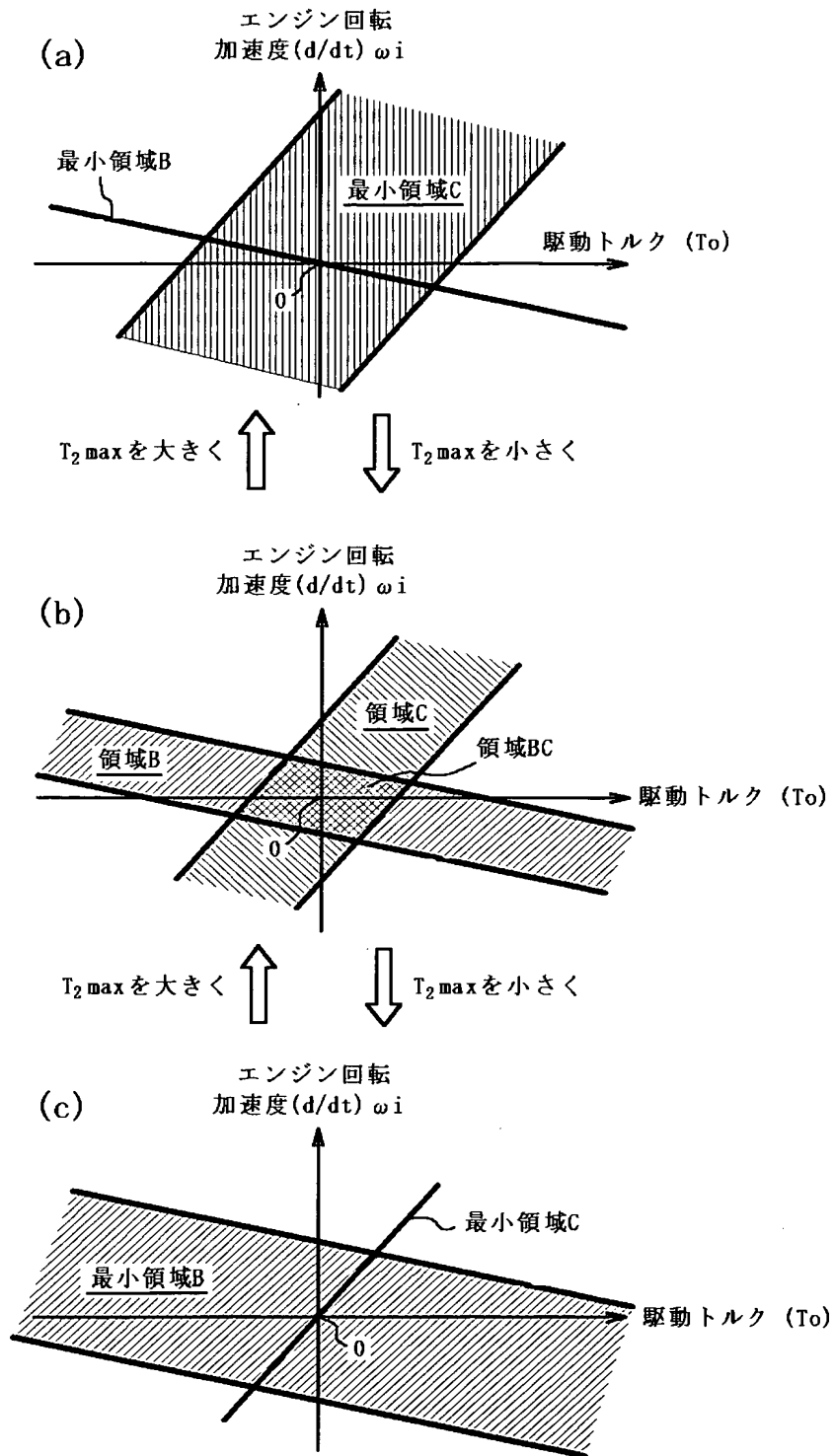
【図 18】



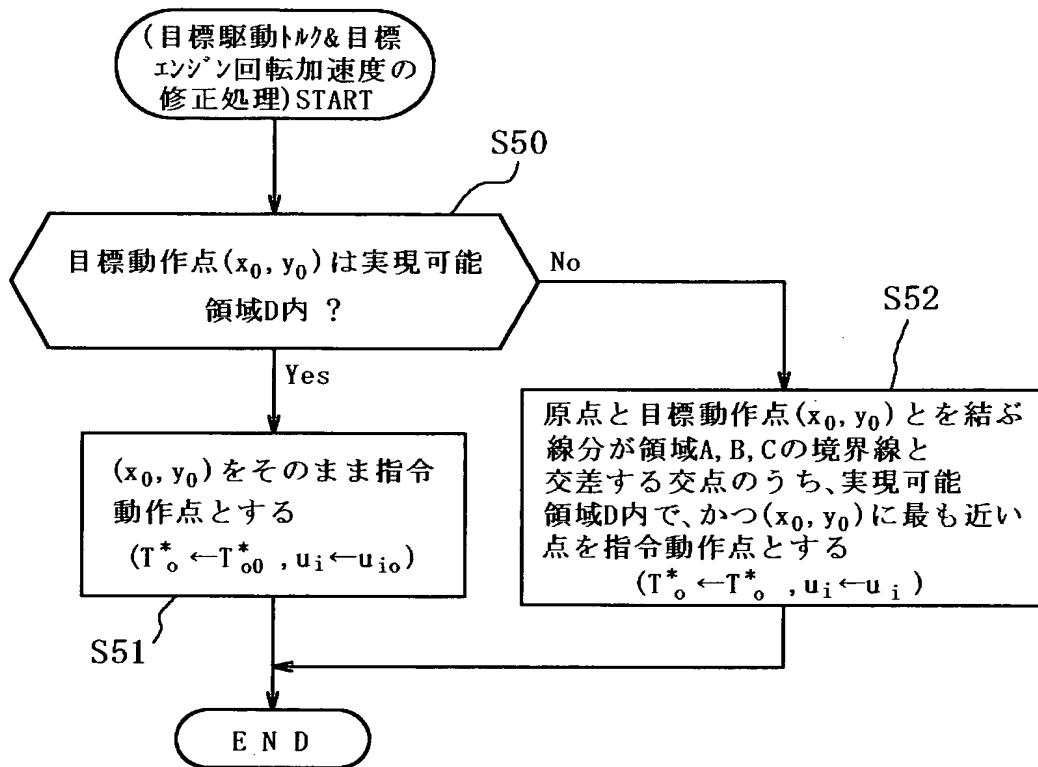
【図 19】



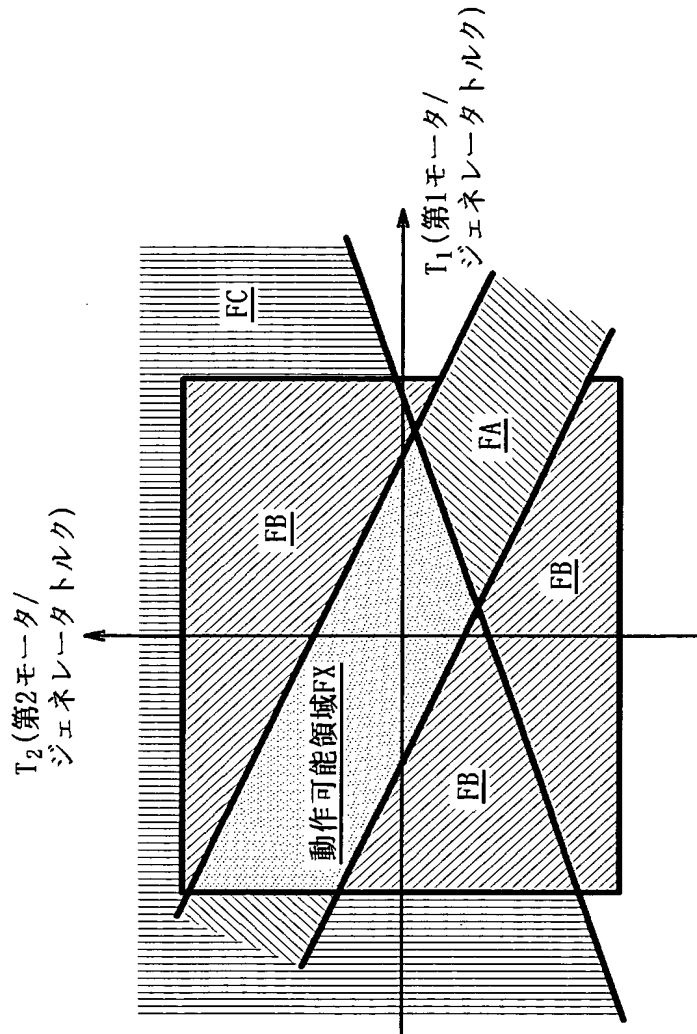
【図 20】



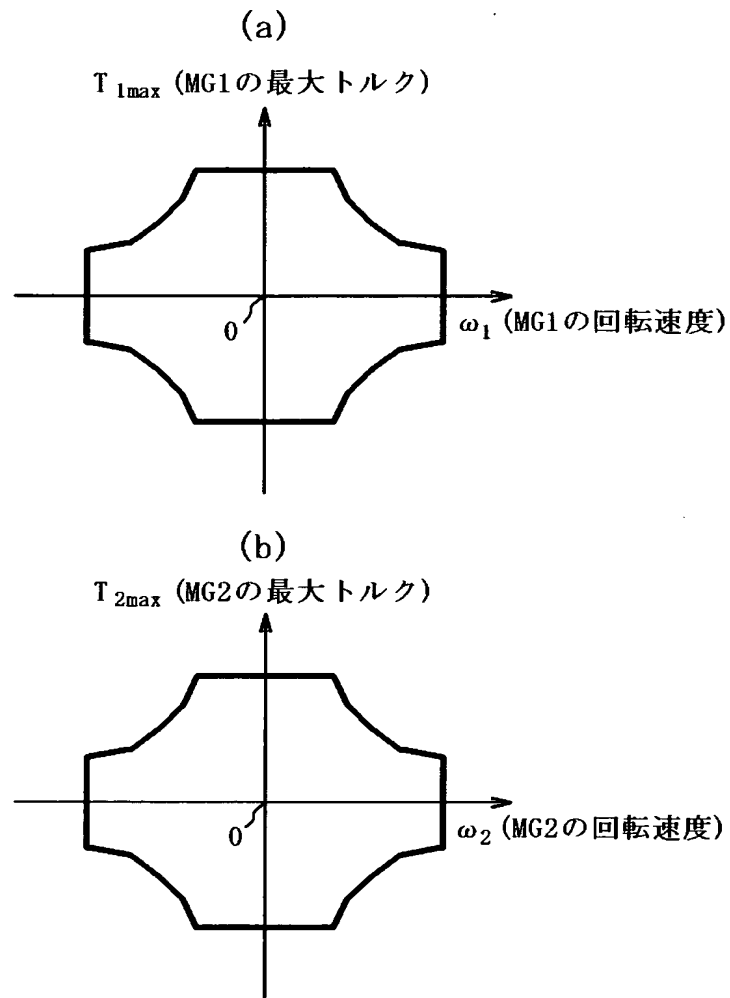
【図 21】



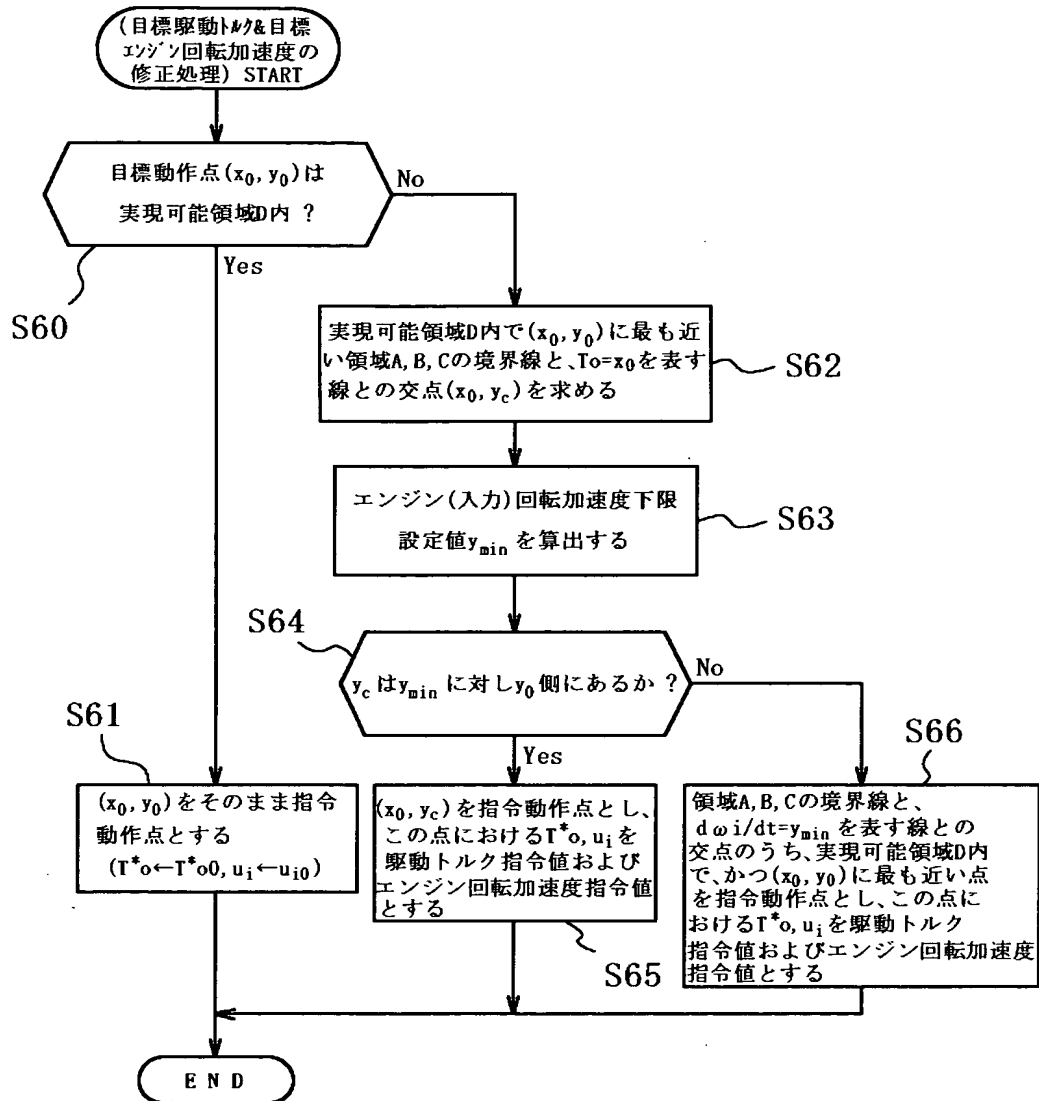
【図 22】



【図 23】

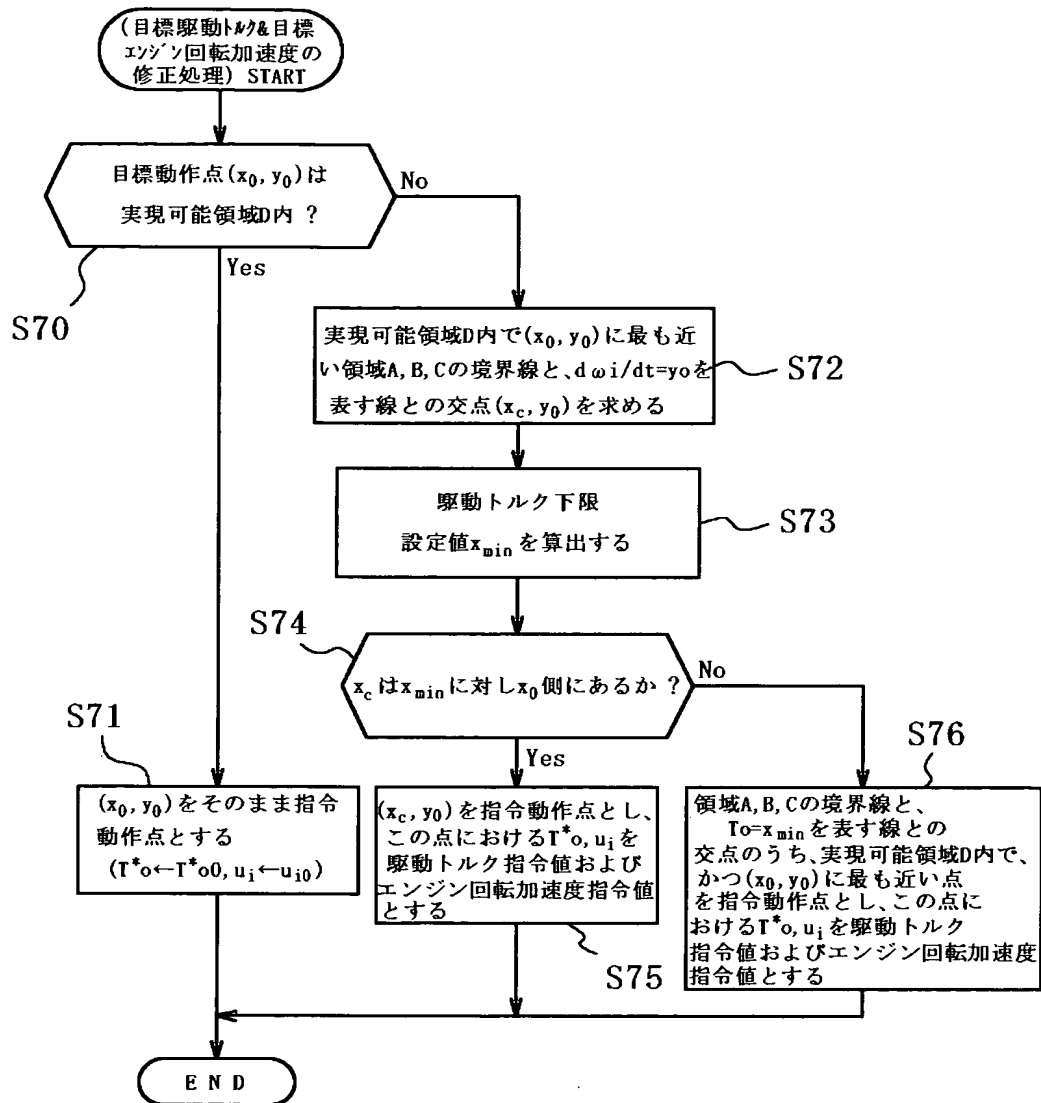


【図 24】





【図 25】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 実現可能域から外れた駆動トルクおよび入力回転加速度の目標動作点を当該領域内の値に修正する時、駆動トルクや変速速度が違和感のある変化を生じないようにする。

【解決手段】 修正前における目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の組み合わせで表される目標動作点を○で示し、これらを修正した後における駆動トルク指令値 $T_0^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_i$ の組み合わせで表される指令動作点を●で示す。(a), (b)を経て(c)に示すごとく目標動作点○が移動して実現可能領域Aから外れ、目標駆動トルク $T_{o0}^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_{i0}$ の組み合わせを実現できない場合、(c)において目標動作点○と原点0とを結ぶ実線で示す線分上にあつて、且つ、実現可能領域A内にあり、更に、目標動作点○に最も近い●点を指令動作点し、ここにおける駆動トルク指令値 $T_0^*$ および目標エンジン回転加速度 $u_i$ の組み合わせを変速制御に資する。

【選択図】 図7

特願 2 0 0 3 - 1 0 0 7 7 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 3 9 9 7 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 1 日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地
氏 名	日産自動車株式会社